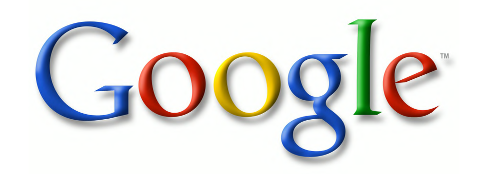


This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

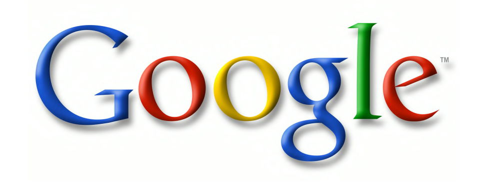
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at http://books.google.com/



A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

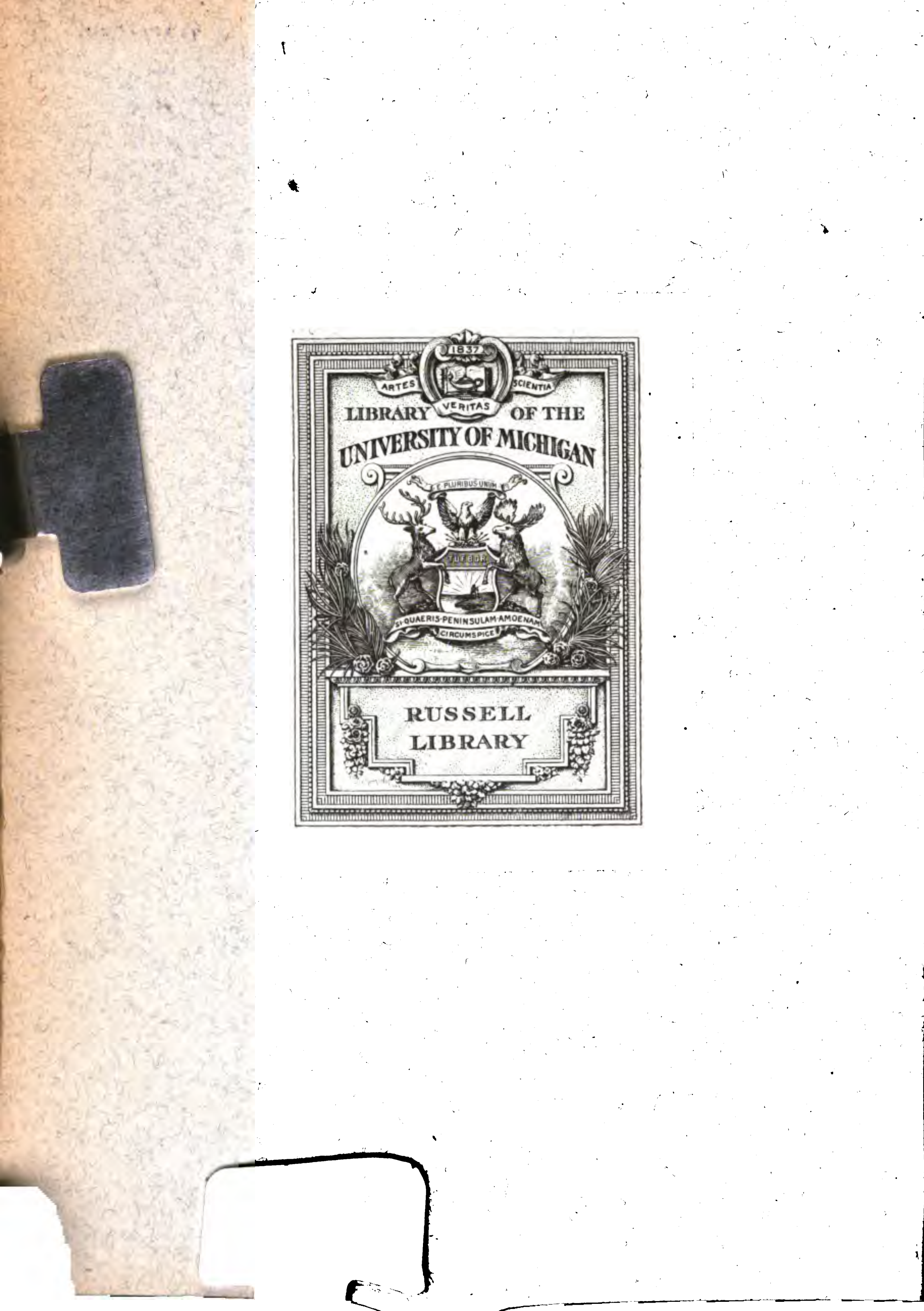
Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.
+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.
+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.
+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
RUSSELL
LIBRARY

SCIENCE LIBRARY
QE
606
.M33

Hommage des Auteurs

Les

Dislocations de l'écorce terrestre.

Die Dislocationen der Erdrinde.

ESSAI

DE

DÉFINITION ET DE NOMENCLATURE.

Versuch einer Definition und Bezeichnung.

Texte en français et en allemand, synonymie en français, allemand et anglais

Text deutsch und französisch, Synonymie deutsch, französisch u. englisch

par
von

Emmanuel de Margerie
Géologue à Paris.

&

Dr. Albert Heim
Professor in Zürich.

Publié aux frais de la fondation de X. Schnyder de Wartensee.
Herausgegeben von der Stiftung von X. Schnyder von Wartensee.

Zürich.
Verlag von J. Wurster & Comp.
1888.

Préface. — Vorwort.

Le présent travail a été préparé en 1885 et rédigé en 1886. Ayant pleine conscience chacun de la différence de nos aptitudes personnelles, nous avons cherché, en réunissant nos efforts, à suppléer à nos lacunes réciproques. A l'un de nous reviennent plus particulièrement les idées directrices, servant en quelque sorte de fil conducteur à l'ouvrage; à l'autre, les recherches de pure érudition qui étaient nécessaires pour lui donner un corps; mais le plan et la rédaction du texte ont été arrêtés en commun.

La préparation de cet essai nous a été inspirée par l'état d'indécision dans lequel se trouve encore la nomenclature des faits de dislocation: les auteurs emploient les mêmes mots dans un sens souvent très-différent, et l'équivalence des termes, d'une langue à l'autre, est loin d'être fixée d'un accord unanime. Notre but a été de contribuer à l'éclaircissement des idées et du langage, au moyen de définitions précises et d'expressions non ambiguës, afin de prévenir autant que possible une confusion dont les conséquences seraient déplorables pour l'avenir.

Les administrateurs du legs généreusement institué par le regretté compositeur Xavier Schnyder de Wartensee, pour faciliter entre autres

Die vorliegende Schrift ist im Jahre 1885 vorbereitet und 1886 niedergeschrieben worden. In voller Kenntniss der verschiedenen Richtungen unserer Befähigung haben wir uns zu der gemeinsamen Arbeit aufgesucht, die uns nur durch diese Combination möglich geworden ist. Dem Einen waren mehr die leitenden unabhängigen Gedanken zu eigen, der Andere trat mit seiner Literaturkenntniss in die Lücke. Das kleine Werk ist nach Inhalt wie nach Redaction ein uns gemeinsames.

Die Veranlassung zu unserem „Versuch" war dadurch gegeben, dass mehr und mehr in der Literatur Missverständnisse in der Bezeichnung von Dislocationen und in der Bedeutung der von verschiedenen Autoren gebrauchten Worte in ein und derselben Sprache und noch mehr in verschiedenen Sprachen sich einstellten. Wir wünschten, zur Abklärung der Begriffe und zur Präcision und Unzweideutigkeit der Bezeichnungsweise wesentlich beitragen, und eine drohende Verwirrung von vorne herein abschneiden zu können. Ob uns dies gelingt, wird die Zukunft lehren.

Die hochherzige Stiftung des sel. verstorbenen Musikers Xaver Schnyder von Wartensee, welche ausser der Aufstellung von Preisarbeiten auch

187476

objets la publication d'ouvrages relatifs aux sciences, ont bien voulu en disposer l'année 1888 en faveur du présent travail. Nous devons exprimer ici notre vive gratitude, pour ce bienveillant acceuil, aux directeurs de la bibliothèque municipale de Zürich, chargés par le défunt de veiller à l'exécution de ses volontés. La maison Wurster & Cie. a droit également à nos remerciments, pour les soins qu'elle a apportés à l'impression de notre opuscule.

Par suite des difficultés matérielles, inhérentes à la nature même de cet ouvrage, la publication en ayant été retardée jusqu'à ce jour, nous n'avons pas cru devoir tenir compte des travaux parus depuis la rédaction du manuscrit, afin de ne pas reculer indéfiniment l'apparition des pages suivantes; parmi ces documents, qui n'ont pu ainsi être mis à contribution, une mention spéciale est due au traité de M. Mellard-Reade (The Origin of Mountain Ranges, 1886): ce volume est fort riche en expressions anglaises relatives aux dislocations et que nous regrettons de n'avoir pu citer.

Puisse ce petit livre, malgré ses défauts, être de quelque utilité aux géologues.

Paris et **Zurich**, Décembre 1887.

Les Auteurs.

die Herausgabe wissenschaftlicher Arbeiten sich zum Ziele gesetzt hat, hat sich sodann für 1888 unserer Arbeit angenommen. Wir sind den Behörden der zürcherischen Stadtbibliothek, welche vom Testator mit der Ausführung seines Willens betraut worden waren, für ihr freundliches Entgegenkommen zu ausgezeichnetem Danke verpflichtet. Ebenso sprechen wir der vorzüglichen Verlagsfirma unseren Dank für ihre Bemühungen um unser kleines Werk aus.

Die besonderen, in der Natur der Sache gelegenen Schwierigkeiten für Satz und Druck, sowie einige äussere Umstände verzögerten sodann die Herausgabe bis zum Ende des Jahres 1887. Es ging aber leider nicht an, durch Berücksichtigung der inzwischen erschienenen Literatur die Publication abermals ins Unbestimmte hinauszuschieben. Unter diesen Werken, welche nicht mehr in Berücksichtigung gezogen werden konnten, ist vor allen die Abhandlung von Mellard Reade (The Origin of Mountain-Ranges, 1886) zu nennen. Dieser Band ist sehr reich an englischen Bezeichnungen über Dislocationen.

Möchte unser Büchlein trotz seiner Mängel der Wissenschaft und ihren Arbeitern nützlich sein.

Zürich und **Paris**, December 1887.

Die Verfasser.

Table des matières. Inhaltsverzeichniss.

II. Dislocations résultant de mouvements horizontaux.

II. Dislocationen aus Horizontalbewegungen hervorgegangen.

Remarque.

Les langues auxquelles appartiennent les mots cités dans le cours du présent travail sont indiquées de la manière suivante:

f = Français; d = Allemand; e = Anglais.

Les désignations nouvelles que nous proposons sont indiquées par le signe *. Celles dont nous recommandons spécialement l'emploi à l'avenir sont imprimées en caractères espacés.

Anmerkung.

In der Folge sind stets die Sprachen bezeichnet wie folgt:

f = Französisch; d = Deutsch; e = Englisch.

Diejenigen Bezeichnungen, welche von den Verfassern stammen, sind durch * unterschieden, und diejenigen, welche wir zum hauptsächlichen Gebrauch in der Zukunft empfehlen möchten, durch gesperrte Schrift hervorgehoben.

Introduction.

Lorsque des terrains sédimentaires, au lieu d'avoir conservé leur disposition plane originelle, apparaissent au contraire inclinés, redressés, ployés, renversés ou bien fendus et séparés par des cassures en fragments juxtaposés mais portés à une hauteur inégale, on dit qu'ils ont été d i s l o q u é s. Les roches d'origine différente (schistes cristallins et roches éruptives) peuvent présenter les mêmes phénomènes, bien qu'ils y soient moins faciles à constater. On réunit sous le nom de:

Einleitung.

Wenn sedimentäre Schichten, anstatt ihre ursprüngliche, flache Lagerung behalten zu haben, nun geneigt, aufgestellt, gebogen, überkippt oder der Art gespalten sind, dass die beidseitigen Gesteinsmassen aneinander verschoben erscheinen, so bezeichnet man diese Gesteine als d i s l o c i r t oder g e s t ö r t. Die Gesteine verschiedener Entstehungsweise (krystallinische Schiefer, Eruptivgesteine) können die gleichen Erscheinungen zeigen, wenn sie auch bei denselben weniger leicht zu erkennen sind. Man vereinigt unter dem Namen:

f: d i s l o c a t i o n (s) d: D i s l o c a t i o n (e n), Lagerungs-Störung(en)
e: d i s l o c a t i o n (s), disturbance(s), displacement(s), diastrophism [1])

l'ensemble de ces déformations mécaniques éprouvées par les roches, dont l'origine peut être quelconque, p o s t é r i e u r e m e n t à leur dépôt et à leur consolidation.

En général les dislocations sont susceptibles de donner lieu à des d i s c o r d a n c e s d e s t r a t i f i c a t i o n, c'est-à-dire que si des couches disloquées *a* viennent à être recouvertes dans la suite par de nouveaux sédiments *b*, ceux-ci ne participeront pas à l'inclinaison des premières, ce qui établira nettement l'â g e r e l a t i f des dislocations considérées, qui auront évidemment été produites a p r è s le dépôt de la première série *a* et a v a n t celui de la seconde *b*; on est donc

die Gesammtheit aller der mechanischen Veränderungen in der Lagerung, welche, was immer die Entstehungsweise des Gesteins sei, n a c h der Bildung und Verfestigung des letzteren eingetreten sind.

Im Allgemeinen ergeben die Dislocationen häufig D i s c o r d a n z e n i n d e r S c h i c h t e n s t e l l u n g. Indem nämlich die dislocirten Schichten *a* in der Folge von neuen sedimentären Ablagerungen *b* bedeckt werden, bilden die ersteren mit den letzteren einen Winkel. Diese Lagerungsdifferenz lässt das r e l a t i v e A l t e r der betrachteten Dislocationen feststellen, indem dieselben jedenfalls n a c h Ablagerung der gestörten Schichtgruppe *a*

par là en état de dater, en termes de la chronologie géologique ordinaire, le moment où une dislocation a été produite.

und vor Ablagerung der ungestörten *b* eingetreten ist. Es ist nach diesem Prinzip möglich, in den Bezeichnungen der geologischen Chronologie die Zeit einer Dislocation anzugeben.

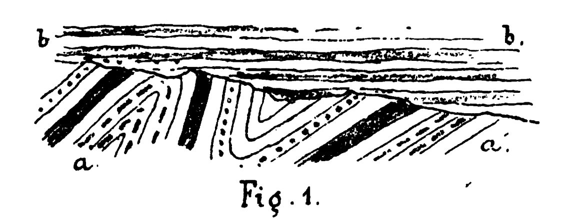


Fig. 1.

Il peut arriver que de grands mouvements de l'écorce terrestre affectent avec une amplitude égale des régions étendues sans y déranger d'une manière perceptible l'allure plane originelle des couches; s'ils affectent une aire de sédimentation et y modifient seulement la profondeur de la mer, ils détermineront un changement dans la nature (ou, comme on dit en langage géologique, dans le faciès) des dépôts en voie de formation; s'ils affectent une surface continentale de façon à la replonger sous les eaux marines, les anciens sédiments supposés horizontaux qui constituent cette contrée viendront alors à être recouverts par une nouvelle série de couches, qui seront en concordance de stratification avec les premiers, puisque, bien qu'un long intervalle d'émersion aît séparé le dépôt des deux séries, la plus ancienne n'aura pas été redressée avant la formation de l'autre. Pour distinguer cette disposition du cas plus habituel où la concordance entre deux couches correspond à une succession immédiate dans le temps, on la désigne sous le nom de:

Grosse Bewegungen der Erdrinde können mit gleichförmigem Betrage über sehr ausgedehnte Regionen sich geltend machen der Art, dass die ursprüngliche flache Lagerung nicht sichtlich gestört wird. Wenn solche Bewegungen ein Sedimentationsgebiet betreffen und nur die Tiefe des Meergrundes verändern, werden sie blos eine Veränderung in der Beschaffenheit der Ablagerungen oder, geologisch gesprochen, in ihrer Facies veranlassen. Betreffen sie aber eine Continentalfläche, so dass dieselbe unter die Meerfläche taucht, so werden die alten Sedimente, welche diese Gegend gebildet hatten, durch eine neue Serie von Schichten bedeckt, welche concordant zu den älteren liegen, weil, trotzdem ein langer Zeitintervall zwischen beiden Schichtgruppen liegen kann, die ältere doch nicht aufgerichtet worden ist vor Absatz der neueren. Um dieses Verhältniss von dem gewöhnlicheren Falle zu unterscheiden, wo die concordanten Schichten in ihrer Bildung unmittelbar zeitlich aufeinander gefolgt sind, bezeichnet man dasselbe mit dem Namen:

f: transgressivité parallèle ou concordante *
d: Parallel-Transgression*, unterbrochene gleichförmige Auflagerung (im Gegensatz zur fortgesetzten gleichförmigen Auflagerung). [2])

Mais ces phénomènes (qui d'ailleurs proviennent peut-être en partie de causes étrangères aux mouvements du sol, telles que la déformation des surfaces de niveau sur le globe) ne rentrent pas dans la catégorie des véritables dislocations au sens propre du mot, et resteront par suite en dehors du cadre de la présente étude.

Les dislocations sont ordinairement linéaires, c'est-à-dire qu'elles affectent des bandes de terrain, allongées, souvent appelées zones.

Autrefois on cherchait dans l'action d'une force spéciale et locale telle qu'une éruption la cause de chaque dislocation individuelle; mais l'étude plus approfondie des dislocations a montré qu'en général elles forment des systèmes, dont tous les membres, par l'harmonie de leurs caractères, témoignent de l'unité de la cause à laquelle est due leur production.

On admet généralement aujourd'hui que la cause des dislocations réside dans la contraction de l'intérieur du globe, elle-même conséquence de son lent refroidissement; mais ce n'est pas ici le lieu de développer et de discuter cette théorie.

Ainsi que dans tous les autres phénomènes naturels, on constate que les dislocations, au lieu d'affecter des formes quelconques et d'être distribuées au hasard, obéissent au contraire à un certain ordre et se réduisent à un petit nombre de types susceptibles d'être nettement définis.

Allein diese Erscheinungen, welche übrigens zum Theil von Ursachen, die den Bewegungen der festen Erdrinde fremd sind (wie die Formveränderungen der Meerniveauflächen), herrühren mögen, gehören nicht in die Categorie der eigentlichen Dislocationen im gewöhnlichen Sinne des Wortes und bleiben deshalb ausserhalb des Rahmens unserer vorliegenden Studie.

Die Dislocationen sind gewöhnlich linear, d. h. sie betreffen längsgestreckte Terrainstreifen, die man oft als Zonen bezeichnet.

Früher suchte man in einer speciellen lokalen Kraft wie z. B. in einer Eruption die Ursache jeder einzelnen Dislokation für sich; aber das vertieftere Studium der Dislocationen hat ergeben, dass dieselben grosse Systeme bilden, deren Glieder durch die Harmonie ihrer Charaktere Zeugniss von der Einheit der Ursache ablegen, welche sie gebildet hat.

Man nimmt heutzutage ziemlich allgemein an, dass die Ursache der Dislocationen in dem Zusammenschwinden des Erdinneren zu suchen ist, das selbst wieder Folge langsam fortschreitender Abkühlung sei; allein hier ist nicht der Ort, diese Theorie zu entwickeln und zu discutiren.

Wie bei allen Naturerscheinungen findet man, dass auch bei den Dislocationen nicht beliebige Formen in zufälliger Anordnung auftreten, sondern dass auch hier eine gewisse Ordnung vorhanden ist und die Formen

Tout d'abord on peut diviser les dislocations en deux grandes classes suivant que les mouvements qui leur ont donné naissance ont été dans l'ensemble surtout verticaux ou horizontaux. Dans le premier cas une portion plus ou moins étendue de l'écorce terrestre a été soulevée ou abaissée relativement aux portions contiguës, dans le sens du rayon du globe, suivant une ligne de dénivellation souvent très brusque (faille), comme dans les pays de plateaux. Dans le second cas le déplacement des masses minérales a été effectué tangentiellement à la surface terrestre, il y a eu compression ou refoulement latéral, les couches ont été redressées et sont devenues inclinées, et comme résultat de cette production de plis, il y a eu diminution de l'espace occupé en projection horizontale par les couches plissées; c'est la structure qu'on observe dans la plupart des chaînes de montagnes.

Naturellement, cette distinction ne peut pas être absolue; elle exprime simplement les différences les plus importantes existant entre les dislocations au point de vue de leur mode de formation, et aussi de leur répartition. En effet, il y a des contrées où les dislocations appartiennent exclusivement à la première classe — ce sont les régions de fractures — d'autres où elles sont toutes de la deuxième classe — les régions de plissement — d'autres enfin où les choses se passent d'une manière plus complexe et où l'on trouve les deux types réunis et diversement combinés; on conçoit par suite combien les caractères que présente la structure de

in eine kleine Anzahl gut charakterisirbarer Typen sich gruppiren.

Zunächst kann man die Dislocationen in zwei grosse Klassen theilen, je nachdem die Bewegungen, welche sie gebildet haben, hauptsächlich vertikal oder horizontal gewesen sind. Im ersten Fall ist ein grösseres oder kleineres Stück Erdrinde relativ zu den nebenliegenden Theilen gehoben oder gesenkt worden in der Richtung des Erdradius (radial) nach einer oft sehr scharf ausgesprochenen Bruchlinie (Verwerfung), wie dies z. B. in den Plateauländern sich häufig findet. Im zweiten Falle ist die Bewegung der mineralischen Massen tangential zur Erdfläche erfolgt, die Erdrinde hat einen horizontalen Seitenschub, eine Compression erfahren, die Schichten sind aufgestaut, aufgerichtet und in Falten gelegt worden. Im Grundriss betrachtet ist die zusammengedrängte, gefaltete Zone schmäler geworden; dies ist die Structur, welche man in den meisten Kettengebirgen findet.

Selbstverständlich ist die Trennung keine absolute. Sie charakterisirt nur die wichtigsten Unterschiede in der Art, Bildungsweise und Vertheilung der Dislocationen. Es gibt in der That Gegenden, deren Dislocationen ausschliesslich der ersten Klasse angehören: das sind die Bruchregionen — andere, wo sie alle von der zweiten Klasse sind: die Faltenregionen, — wieder andere endlich, wo die Verhältnisse weit verwickelter sind, und wo man beide Klassen gleichzeitig und mannigfaltig combinirt findet. Es geht daraus die grosse Mannigfaltigkeit hervor, welche

chaque région de dislocations peuvent être variés.

Le changement de forme d'un même accident peut s'effectuer soit d'une manière continue, soit longtemps après son apparition première, lors d'une seconde période de dislocation —, auquel cas la direction des forces agissantes peut n'être plus la même que la première fois.

Il importe de remarquer qu'un mouvement effectué dans un certain sens peut souvent être la conséquence indirecte d'un mouvement d'ensemble effectué dans un sens différent, par suite de la décomposition partielle de celui-ci, déterminée par des circonstances locales; par exemple un mouvement vertical peut, dans certaines conditions, être l'effet d'une pression latérale: aussi pour ne pas compliquer inutilement la nomenclature et afin de rester sur le terrain solide des faits directement observables, il convient de classer les dislocations d'après la nature du mouvement immédiat qui leur a donné naissance, c'est-à-dire de la résultante des forces mises en jeu — ceci se rapportant bien entendu non à un point unique mais à l'ensemble d'un même accident. Par suite, la nature du mouvement primitif dont le mouvement immédiat résulte peut être la même pour les deux grandes classes de dislocations ou non, sans cependant que notre classification doive s'en ressentir.

Dans l'une et l'autre classe, les dislocations peuvent revêtir deux aspects différents, suivant qu'elles ont été effectuées avec ou sans rupture — c'est-à-dire soit par fracture plus ou moins ménagée ou brusque, soit par recourbement continu. Comme on

die Dislocationen in verschiedenen Gebieten der Erde zeigen können.

Die Gestalt ein und derselben Dislocation muss sich während ihrer Ausbildung allmälig ändern, oder es kann dies lange nach deren erstem Erscheinen durch eine zweite Dislocationsperiode, vielleicht mit zugleich anderer Richtung der wirkenden Kräfte geschehen.

Hier muss bemerkt werden, dass eine Bewegung von bestimmtem Sinne oft die indirekte Folge einer allgemeineren Bewegung in anderer Richtung sein kann, indem eine theilweise Zerlegung der letzteren, von lokalen Umständen begünstigt, eingetreten ist; eine Hebung kann z. B. von einer horizontalen Bewegung herrühren. Um die Nomenclatur nicht unnütz zu compliciren und auf dem Boden der beobachteten Thatsachen zu bleiben, ist es am besten, die Dislocationen nach der Natur der unmittelbaren Bewegung, welche die Resultante aller in's Spiel tretenden Kräfte ist und sie gebildet hat, einzutheilen, immerhin in dem Sinne, dass wir nicht die Bewegung eines einzelnen Punktes in's Auge fassen, sondern diejenige, welche dem ganzen einzelnen Dislocationsvorgang zu Grunde liegt. Die letzte Ursache der Dislocationen mag für beide Klassen dieselbe sein oder nicht, das berührt aber unsere Eintheilung der Dislocationen nicht.

In jeder der beiden Klassen können die Dislocationen in zwei Formen von ganz verschiedenem Aussehen auftreten, je nachdem sie mit oder ohne Bruch vor sich gegangen sind. Im ersteren Falle erscheint dieselbe mit einer mehr oder weniger vollständigen

le verra dans la suite, chacun des deux cas exige, pour être réalisé, des conditions différentes, suivant la classe des dislocations dans laquelle il est supposé se produire. Dans la classe des dislocations dues à des mouvements verticaux, la fracture se présente ordinairement comme le fait initial, ayant précédé le déplacement relatif des deux portions de l'écorce terrestre qu'elle sépare; elle représente inversement dans la classe des dislocations par mouvement horizontal la limite extrême d'un ploiement. D'autre part le recourbement résulte d'une compression latérale, dans la seconde classe des dislocations, où il constitue le phénomène primitif et essentiel; il résulte au contraire d'un étirement ou allongement des couches dans la première classe, où il est secondaire, accessoire et d'ailleurs assez rarement réalisé.

En général, quand il s'agit des mouvements qui ont donné naissance aux dislocations, nous ne pouvons parler avec certitude que du sens relatif de ces mouvements —, le même résultat local pouvant avoir été détèrminé par des mouvements très différents les uns des autres, ou même de sens tout à fait opposés, par rapport au centre de la terre; aussi, lorsqu'on employera les mots soulèvement et affaissement (et les adjectifs qui en sont dérivés), sera-t-il prudent de ne jamais les entendre que comme exprimant les rapports actuels de position des points déplacés: on parlera par exemple de la lèvre soulevée d'une faille pour désigner simplement celle où, en fait, les couches sont à un niveau plus élevé que sur l'autre — apparence

Trennung verbunden, im anderen ist sie im Gewande einer zusammenhängenden Umbiegung aufgetreten. Wie es sich in der Folge ergeben wird, verlangt jeder Fall je nach der Klasse, in welcher er auftritt, verschiedene Bedingungen. In der Klasse der Dislocationen durch Vertikalbewegung ist der Bruch, die Spalte die durchgreifende Erscheinung, welche der relativen Verschiebung der beidseitigen Stücke der Erdrinde, welche sie trennt, vorangegangen ist; umgekehrt ist der Bruch in der Klasse der Dislocationen durch Horizontalschub blos die äusserste Grenze der Faltung. Die Umbiegung hingegen entsteht in Folge seitlicher Pressung bei unserer zweiten Klasse von Dislocationen, wo sie das primäre und wesentlichste Phenomen darstellt, fast immer, während die Biegung bei der ersten Klasse der Dislocationen, wo sie ganz secundärer accessorischer Natur ist, fast nur aus einer Streckung der Schichten sich entwickeln kann.

Im Allgemeinen können wir bei Bewegungen, welche zu Dislocationen geführt haben, mit Sicherheit einzig von der relativen Richtung der Bewegungen sprechen. Das gleiche Resultat könnte durch ganz verschiedene Bewegungen und selbst durch solche von ganz entgegengesetztem Sinne herbeigeführt worden sein. Ferner wenn man die Worte Hebung und Senkung (gehoben, gesenkt) anwendet, soll niemals vergessen bleiben, dass dieselben nur die gegenwärtige thatsächliche Lage der verstellten Punkte zu einander ausdrücken sollen. Wenn man z. B. von dem gehobenen Flügel einer Verwerfung

pouvant avoir été produite en réalité aussi bien par l'affaissement de cette autre lèvre ou par d'autres mouvements plus compliqués des deux lèvres à la fois. De même pour les mouvements horizontaux: quand on dira par exemple qu'un pli a été déjeté vers le nord, cela voudra dire simplement qu'on est en présence d'un pli auquel un pareil mouvement donnerait la disposition observée, et non que ce mouvement soit nécessairement le seul qui puisse rendre compte du résultat, également explicable par exemple en supposant un mouvement de la base du pli en sens inverse; en d'autres termes, les expressions employées ne doivent pas faire préjuger du sens réel dans lequel les coordonnées géographiques du lieu sur la sphère ont été modifiées par l'effet des dislocations, et leur sens est purement relatif.

Très souvent, surtout lorsqu'elles atteignent un certain degré d'intensité, les dislocations sont accompagnées, comme phénomène accessoire et concomitant, de déformations intimes des roches, affectant celles-ci non plus seulement dans leur disposition générale mais dans leur structure même. Il est sans doute assez difficile d'établir une ligne de démarcation tranchée entre ces déformations intimes, observables sur les échantillons, et les dislocations proprement dites, ne pouvant s'étudier que dans les grandes coupes naturelles des pays montagneux et arrivant à embrasser toute l'épaisseur visible de l'écorce terrestre —, une série continue d'intermédiaires existant entre ces deux termes extrêmes de l'échelle. Néan-

spricht, so will man mit diesem Ausdrucke nur denjenigen Rand bezeichnen, dessen Schichten thatsächlich in einem höheren Niveau als die entsprechenden des anderen Flügels liegen, während dieses Verhältniss in Wirklichkeit ebenso gut durch Senkung dieses anderen Randes oder durch andere complicirtere Bewegungen entstanden sein kann, welche beide Ränder gleichzeitig aber ungleich stark verstellt haben. Die gleiche Auffassung gilt für die Horizontalbewegungen. Sagt man z. B. eine Falte sei nach Norden überschoben, so will das nur sagen, dass eine solche Bewegung einer Falte die thatsächlich jetzt vorhandene Lage geben würde, nicht aber, dass nicht auch eine andere Bewegung, z. B. eine entgegengesetzte in der Basis der Falte, die gleiche Wirkung auf die Stellung der betrachteten Falte ausüben könnte. In anderen Worten: Der angewendete Ausdruck soll nicht über den absoluten Sinn, in welchem die geographischen Coordinaten des Punktes auf der Erde durch die Dislocation verändert worden sind, entscheiden, er bezieht sich nur auf die relative Bewegung.

Sehr oft, und besonders wenn sie einen hohen Grad von Intensität erreichen, sind die Dislocationen von einer eingreifenden Umformung der Gesteine begleitet, welche dieselben nicht nur in ihrer Lagerung, sondern in ihrer Structur durch und durch verändert. Freilich können diese Structurveränderungen der Gesteine, die schon im einzelnen Handstücke sichtbar sind, nicht scharf abgegrenzt werden von denjenigen Dis-

moins l'ensemble des caractères des unes et des autres justifie pleinement cette distinction; on pourrait les désigner respectivement, pour rappeler leur rôle différent sur l'allure des masses minérales, sous les noms de dislocations orographiques* et de dislocations pétrographiques*. Ces dernières aboutissent au métamorphisme mécanique des roches.

Dans les pages suivantes, nous examinerons successivement:

I. **Les dislocations résultant de mouvements verticaux.**

II. **Les dislocations résultant de mouvements horizontaux.**

III. **Les déformations intimes des roches sous l'influence des dislocations.**

A moins d'indication contraire, nous considérerons toujours les dislocations sans nous inquiéter de la forme extérieure du sol produite par l'érosion.

Dans le présent travail nous avons cherché à donner un aperçu des différents types de dislocations ainsi qu'une liste aussi complète que possible des termes employés jusqu' à présent pour les désigner. Notre but serait atteint, si nous parvenions à amener plus de précision dans l'observation et dans la description de ces phénomènes et plus d'unité dans leur nomenclature.

locationsgestalten, die wir nur an den grossen natürlichen Durchschnitten einer Gebirgsmasse, wo die Erdrinde auf ihrer ganzen sichtbaren Mächtigkeit dislocirt worden ist, studiren können. Eine continuirliche Reihe von Zwischenformen verbindet die äussersten Glieder der Dislocationsreihe. Die Gesammtheit der Eigenschaften rechtfertigt aber eine Unterscheidung. Man könnte beide Dislocationsformen unterscheiden als orographische Dislocationen* und petrographische Dislocationen*, um an die verschiedene Rolle derselben für das Auftreten der Mineralmassen zu erinnern. Die petrographischen Dislocationen führen, wenn sie hochgradig werden, zur mechanischen Metamorphose der Gesteine.

Wir werden im Folgenden der Reihe nach betrachten:

I. **Dislocationen in Folge verticaler Bewegungen.**

II. **Dislocationen in Folge horizontaler Bewegungen.**

III. **Die Structurveränderungen der Gesteine durch Dislocation.**

Wo nicht das Gegentheil ausdrücklich erwähnt ist, werden wir die Dislocationen stets unbekümmert um die äusseren Erosionsgestalten behandeln.

Wir haben in der vorliegenden Arbeit versucht, einen Ueberblick über die verschiedenen Typen der Dislocationen, sowie eine möglichst vollständige Aufzählung der bisher zu ihrer Bezeichnung angewendeten Ausdrücke zu geben. Unser Zweck ist erfüllt, wenn wir dadurch eine genauere Beobachtung und Beschreibung und eine einheitlichere Bezeichnungsweise dieser Erscheinungen veranlassen.

I.

Dislocations résultant de mouvements verticaux.

Dislocation aus Verticalbewegungen hervorgegangen.

A.

Des failles proprement dites.

Von den reinen Verwerfungen.

B.

Des flexures.

Von den Flexuren.

C.

Modes de groupement des failles et des flexures.

Zusammensetzung der Verwerfungen und Flexuren.

A.

Des Failles proprement dites.

(Par rupture.)

Von den reinen Verwerfungen.

(Durch Bruch.)

1.

Caractères généraux des failles.

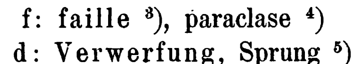
Définition.

Lorsqu'une couche subit une dénivellation brusque et que cette dénivellation, au lieu d'être ménagée par une courbure continue, se produit au contraire par une rupture, de part et d'autre de laquelle deux couches situées primitivement à un niveau différent sont placées en contact suivant un même plan horizontal, on dit qu'il y a:

Die allgemeinen Eigenschaften der Verwerfungen.

Definition.

Wenn eine Schicht eine plötzliche Niveauveränderung erfahren hat, welche statt durch eine continuirliche Biegung vermittelt zu sein, vielmehr durch einen Bruch zu Stande gekommen ist, so dass nun ursprünglich ungleich hohe Schichten in der gleichen Horizontalebene sich berühren, nennt man dies:


f: faille [3], paraclase [4])
d: Verwerfung, Sprung [5])
e: fault [6])

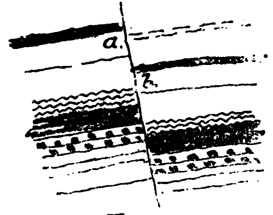


Fig. 2.

Une faille est donc une

Eine Verwerfung ist also eine

f: fente, fracture, rupture, cassure, fissure, brisure, crevasse
d: Spalte, Riss, Bruch, Kluft, Sprung
e: fracture, break, fissure, rent, crack, cleft

ou une solution de continuité des roches, accompagnée d'un déplacement relatif de ses deux:

oder eine Discontinuität, ein Unterbruch im Gestein, begleitet von einer relativen Verstellung der beiden:

f: lèvre(s), paroi(s), côté(s)
d: Flügel [7]), Seite(n) [8])
e: side(s) [9]), wall(s) [10])

dont l'une (la plus haute, *a* Fig. 2) est dite:

von welchen der oder die höhere (*a* von Fig. 2) bezeichnet wird als:

f: soulevée,
d: gehobene(r), höhere(r), (Seite oder Flügel)
e: uplifted, heaved [11], up-cast [12], upthrown, upthrow (subst.) [13], lifted [14], lift (subst.) [15], uplift (subst.)

et l'autre (la plus basse, *b* Fig. 2) est dite:

der oder die andere (tiefere) (*b* der Fig. 2) als:

f: affaissée, abaissée
d: gesunkene(r) [16], tiefere(r)
e: thrown [17], down-cast [18], downthrown, downthrow (subst.) [19], lowered [20], dropped, drop (subst.) [21], downfall (subst.) [22].

Des lignes de faille.

Les failles sont ordinairement linéaires, c'est-à-dire que la dénivellation des couches se poursuit horizontalement suivant une ligne dite

Von den Verwerfungslinien.

Die Verwerfungen sind meistens linear, d. h. die Höhenverstellung der Schichten lässt sich in horizontaler Richtung auf einer Linie verfolgen, welche:

f: ligne de faille [23] d: Verwerfungslinie, Bruchlinie e: fault line

ou tout simplement faille. Le point où la dénivellation commence à se faire sentir peut être appelé la naissance ou le point d'origine de la faille.

Dans la grande majorité des cas, la ligne de faille est droite ou à peu près; elle a une certaine longueur, très variable et souvent très considérable et une certaine:

oder auch nur Verwerfung heisst. Der Punkt, wo die Verstellung zuerst fühlbar wird, heisst der Ursprung oder Ausgangspunkt [24] der Verwerfung.

Bei der grossen Mehrzahl der Fälle ist die Verwerfungslinie gerade oder ungefähr gerade, sie kann sehr ungleich und oft beträchtlich lang sein und hat eine gewisse:

f: direction d: (Streich-) Richtung e: strike direction.

Si au contraire la faille ne reste pas rectiligne mais affecte la forme d'une ligne brisée ou sinueuse, chaque partie à peu près droite de son tracé sera dite élément rectiligne ou tronçon de la faille et la direction moyenne ou générale [25] de celle-ci sera alors la direction de la droite menée d'une extrémité à l'autre de son tracé. Enfin on connaît des exemples de failles courbes, et il arrive même quelquefois que les deux extrémités de celles-ci se re-

Wenn die Verwerfung nicht geradlinig bleibt, sondern einen gebrochenen oder gekrümmten Linienzug darstellt, so heisst jedes ungefähr geradlinige Stück desselben ein gerades Element der Verwerfung und als mittlere Richtung derselben wird dann die Richtung der Geraden bezeichnet, welche beide Enden miteinander verbindet. Indessen kennt man auch Beispiele gebogener Verwerfungen, und es kommt sogar vor, dass die beiden Enden sich wieder vereinigen,

joignent de manière à dessiner une courbe fermée [26]).

so dass eine geschlossene Curve oder geschlossenes Polygon entsteht.

De l'écartement des lèvres.

Dans une faille, les deux lèvres ne sont pas nécessairement écartées l'une de l'autre de manière à laisser entre elles un espace béant; si ce cas était réalisé, la faille pourrait être qualifiée d'

Von dem Abstand der Flügel.

Bei einer Verwerfung sind die beiden Flügel nicht nothwendig der Art von einander entfernt, dass dazwischen ein gähnender Raum bleibt. Wo dies aber der Fall ist, nennt man die Verwerfung:

f: ouverte d: geöffnet, klaffend [27]) e: open [28]) (Fig. 3).

Au contraire, une faille n'est ordinairement qu'un simple plan de division, de part et d'autre duquel les deux lèvres, bien qu'ayant glissé l'une par rapport à l'autre, sont cependant restées en contact. Une faille ainsi disposée peut être appelée:

Meistens aber ist eine Verwerfung eine blosse Zertheilungsfläche, längs welcher zwar die beidseitigen Gesteinsmassen sich aneinander verschoben haben, jedoch ohne im Ganzen die Berührung zu verlieren. Eine Verwerfung in diesem Zustande kann bezeichnet werden als:

f: fermée d: geschlossen e: close [29]) (Fig. 4).

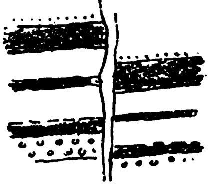


Fig. 3.

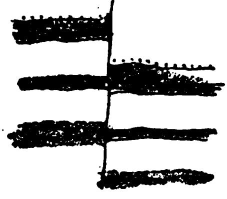


Fig. 4.

Quand il y a eu écartement de manière que la fente eût une certaine

Wenn eine Verwerfung geöffnet ist, so dass sie eine gewisse

f: largeur, entrebaillement d: Gähnen,* Weite, Mächtigkeit [30]), Klaffen, * e: width

on remarque que celle-ci est toujours très faible relativement aux deux autres dimensions de la faille, et par suite négligeable; de plus ce vide a généralement été rempli, soit par des débris, arrachés aux deux lèvres par suite du frottement mutuel qu'elles ont eu à subir en se séparant, et qui forment des:

hat, so bemerkt man doch stets, dass dieses sehr gering ist im Vergleich zu den beiden anderen Dimensionen der Verwerfung und denselben gegenüber vernachlässigt werden kann. Ueberdies ist der Hohlraum gewöhnlich erfüllt worden, sei es durch Trümmer, welche durch die Reibung von beiden Seiten sich abgetrennt haben; diese bilden eine:

f: brèches de friction d: Reibungsbreccie [31]), Dislocationsbreccie [32]) e: fault-rock, friction-breccia

ou par des fragments tombés de la surface du sol; soit par des substances déposées chimiquement (filons métallifères etc.) ou enfin par des roches éruptives; dans ce dernier cas, la faille est dite injectée [33])

oder durch von der Oberfläche herabgefallene Stücke, sei es ferner durch chemisch aus dem Wasser ausgeschiedene Mineralien (Mineralgänge, Secretionsgänge, Erzgänge) oder endlich durch Eruptivgesteine; im letzten Falle sagt man, die Verwerfung sei injicirt [34])

Quelquefois il est resté entre les deux lèvres un ou plusieurs:

Es kann auch zwischen beiden Seiten in mittlerer Stellung geblieben sein ein:

f: paquet(s) de couches (roches) d: Schichten- (Gesteins-) Packet e: rider [35]) horse (Fig. 5).

Le frottement des deux lèvres l'une contre l'autre a souvent déterminé la production, suivant leur surface de séparation, de:

Die Reibung beider Seiten an einander hat oft an deren Wandflächen:

f: polis, surfaces polies, miroirs de failles d: Politur, Spiegel, Rutschspiegel, Harnische e: slickensides

et aussi de:

oder:

f: stries, cannelures d: Rutschflächen, Rutschstreifen, Frictionsstreifen [36]) e: striæ.

— ce qui prouve bien qu'il n'y a pas eu alors écartement.

D'autre part, des cavités vides peuvent se former sans qu'il y aît réellement écartement latéral, lorsque la fente n'est pas plane; le mouvement relatif des deux lèvres fera naître alors en certains points des élargissements séparés par des étranglements. Ce fait a été souvent observé pour les filons métallifères (Fig. 6).

erzeugt, was beweist, dass während der Bewegung die Seiten nicht klafften.

Hohlräume können sich auf Verwerfungen auch ohne aktive Entfernung der Seiten bilden, wenn die Trennungsfläche nicht eben ist. Die Verschiebung erzeugt dann an gewissen Stellen vereinzelte Erweiterungen, an anderen, zwischenliegenden Verschluss. Diese Erscheinung ist durch das Verfolgen der erzführenden Mineralgänge schon oft beobachtet worden (Fig. 6).

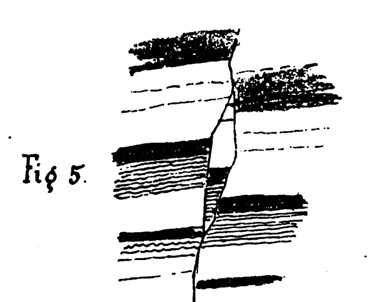


Fig 5.

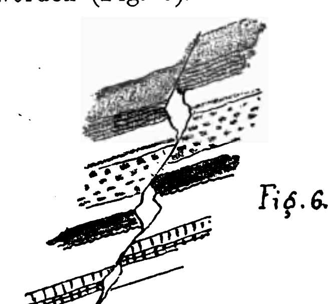


Fig. 6.

Escarpement de faille.

Il est évident que si aucune modification superficielle (due à des causes étrangères) ne vient affecter le terrain postérieurement à la production d'une ligne de faille, celle-ci coïncidera en position dans la topographie avec une ligne d'escarpement correspondant à la lèvre soulevée; c'est ce qu'on peut appeler un

Verwerfungsabsturz.

Es ist einleuchtend, dass wenn seit der Entstehung der Verwerfung keine Veränderung der Oberfläche eingetreten ist, die Verwerfungslinie in ihrer Lage zusammenfällt mit einer Absturzfläche, welche der gehobenen Seite entspricht. Dieser Absturz heisst dann:

f: escarpement (ou ressaut) de faille
d: Verwerfungs(steil)absturz
e: fault-scarp [37]), cliff of displacement, fault escarpment [38]) (Fig. 7).

Le côté de l'horizon auquel cet escarpement fait face a été quelquefois désigné sous le nom de

Diejenige Richtung, nach welcher der Absturz sich wendet, wird manchmal bezeichnet als

f: regard [39]) de la faille d: Front*, Verwerfungsfront*
e: front? facing?

Il est clair que le regard et la lèvre abaissée d'une faille ont même orientation; ces deux expressions, bien qu'empruntées à une considération d'ordre différent, sont donc toujours équivalentes.

En fait, les escarpements de faille ont très souvent disparu, ou ont été tout au moins très modifiés et notablement amoindris en hauteur, par suite d'érosions. De sorte que l'existence de failles considérables peut parfois ne pas être soupçonnée, aucun ressaut n'en manifestant la présence à la surface du sol. Ces dernières peuvent être qualifiées de failles rasées* ou sans relief [40]) (Fig. 8) par opposition à celles qui sont restées intactes ou failles orographiques*. En se combinant ainsi avec l'érosion de la surface, les lignes de faille ont pour effet de ramener au jour des couches inférieures qui sans elles seraient restées cachées. Quand les

Die Frontrichtung und die gesunkene Seite der Verwerfung haben die gleiche Orientation. Diese beiden Ausdrucksweisen, obschon aus verschiedenen Betrachtungen hervorgegangen, sind stets gleichwertig.

Thatsächlich sind die Verwerfungsabstürze durch Abwitterung oft ganz verschwunden oder doch wenigstens wesentlich in ihrer Höhe verringert worden, der Art, dass das Vorhandensein bedeutender Verwerfungen nach der Oberflächengestalt gar nicht vermuthet werden kann, indem keine Bruchkante vorragt. Solche Verwerfungen nennt man geebnete oder abgehobelte Verwerfungen, Verwerfungen ohne Kante (Fig. 8) im Gegensatz zu den orographischen Verwerfungen.* Durch die Combination mit den Wirkungen der Erosion an der Oberfläche bringen die Verwerfungen tiefere Schichten zu Tage, welche sonst verborgen geblie-

couches sont inclinées, cet affleurement a lieu sous la forme d'une percée * plus ou moins étroite (Fig. 9 *a*).

ben wären. Sind die Schichten geneigt, so geschieht dies auf einer mehr oder weniger schmalen Aufbruch oder Aufschlusslinie [41]) (Fig. 9 *a*).

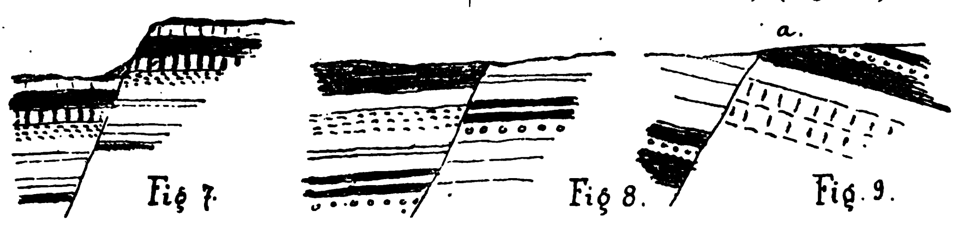


Fig 7. Fig 8. Fig. 9.

Du plan de faille et de son inclinaison.

En général, on peut considérer une faille comme un plan, lequel peut être vertical ou incliné; dans le dernier cas, son:

Von der Verwerfungsfläche und ihrer Neigung.

Im Allgemeinen kann man eine Verwerfungsfläche [42]) als eine Ebene betrachten, die vertikal oder geneigt stehen kann. Im letzteren Falle ist ihr(e):

f: inclinaison, plongement, pendage
d: Fallen, Einfallen, Einfallrichtung [43]), Neigung, Fallwinkel der Sprungkluft [44])
e: hade (co-hade), underlie [45]), slant [46]), inclination

est exprimée par la valeur de l'angle aigu que fait avec un plan horizontal sa ligne de plus grande pente:

ausgedrückt durch den Werth des Neigungswinkels der Verwerfungsfläche mit einer horizontalen Ebene.

Du toit et du mur.

Quand le plan de la faille est incliné, la lèvre située au dessus de ce plan s'appelle le:

Vom Hangenden und Liegenden.

Bei geneigter Verwerfungsfläche heisst der über derselben liegende Theil das:

f: toit d: Hangende [47]) e: hanging-wall (*a* Fig. 10)

et celle qui est située au dessous le:

der unterhalb gelegene hingegen das:

f: mur d: Liegende [47]) e: foot-wall (*b* Fig. 10)

de la faille, quel que soit le sens du mouvement relatif de l'une à l'égard de l'autre.

unabhängig vom Sinne der relativen Bewegung beider Theile.

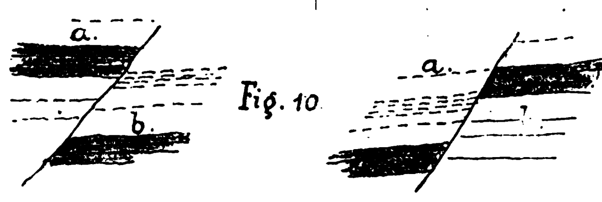


Fig. 10

Du rejet.

La mesure ou valeur du déplacement relatif d'une même couche, exprimée par la différence d'altitude entre ses deux points d'intersection par le plan de la faille s'appelle:

Vom Verwerfungsausmaass.

Der Betrag der relativen Verschiebung einer Schicht, welcher durch den Höhenunterschied der entsprechenden Bruchpunkte gemessen wird, oder kürzer: die durch die Verwerfung hervorgebrachte Niveauverstellung heisst ihre:

f: rejet vertical, dénivellation, dénivellement, amplitude (verticale) du rejet, hauteur de chute verticale, rejet en profondeur [48])
d: Sprunghöhe (seigere od. verticale) [49]) (Grösse der —), verticale Grösse der Verschiebung [50]), Maass (od. Betrag, od. Ausmaass) der verticalen Dislocation (od. der Störung, od. der Senkung), Verwurf [51])
e: (vertical) throw, amount of throw [52]), displacement, downcast [53]).

A B Fig. 11

Si toutes les couches affectées par une faille sont parallèles entre elles, il est évident que le rejet vertical sera le même, quelle que soit la couche qu'on choisisse comme repère; il suit de là également que, dans ces conditions simples, le rejet vertical est précisément égal à la hauteur qu'aurait eu au-dessus de sa base le sommet de l'escarpement de faille, en supposant qu'il n'y ait pas eu de dégradation subséquente.

Wenn alle von einer Verwerfung betroffenen Schichten unter einander parallel sind, ist selbstverständlich die Sprunghöhe dieselbe für jede Schicht, die man zur Messung derselben auswählen mag. Es geht hieraus ferner hervor, dass bei diesen einfachen Bedingungen die vertikale Sprunghöhe genau gleich der Höhe des Verwerfungsabsturzes sein würde, wenn keine Denudation seit dem Beginn der Verwerfung eingetreten wäre.

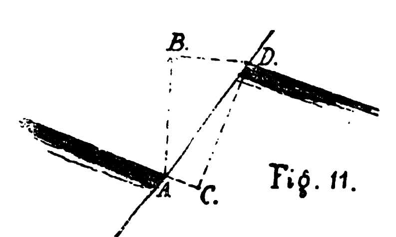


Fig. 11.

En considérant toujours la faille en coupe transversale, on nomme:

Die Verwerfung stets im Querprofil betrachtend, nennt man:

f: glissement (effectué suivant la pente), rejet incliné, hauteur de chute inclinée [54]) d: flache Sprunghöhe [55]) e: slip (measured on the dip of the fault) [56])

la mesure du déplacement comptée non plus suivant la verticale mais suivant le plan même de la faille (AD Fig. 11).

Il ne faut pas confondre, soit avec le rejet vertical, soit avec le rejet incliné, la distance qui sépare perpendiculairement au plan de stratification les deux parties disjointes d'une même couche prise comme repère, ou ce qui revient au même, l'épaisseur des couches normalement comprises, dans la série stratigraphique locale, entre deux couches différentes mises en contact par la faille. C'est ce qu'on pourrait appeler le:

das Ausmaass der Verschiebung nicht in der Verticalen, sondern auf der Verwerfungsfläche selbst gemessen (AD Fig. 11).

Nicht mit der vertikalen oder flachen Sprunghöhe zu verwechseln ist der kürzeste Abstand der Ebene ein und derselben Schichte beiderseits der Verwerfung — oder, was das gleiche ist, die Mächtigkeit der Schichten zwischen zwei verschiedenen jetzt an der Verwerfungsfläche zur Berührung gebrachten Schichten. Dieses letztere Ausmaass kann bezeichnet werden als die:

f: rejet stratigraphique *, rejet perpendiculaire(ment) aux couches*, épaisseur des couches rejetées
d: Sprunghöhe senkrecht zur Schichtung*, stratigraphische Sprunghöhe *
e: stratigraphical throw * ?
} CD Fig. 11

Ces trois rejets différents ne se confondent en effet que lorsque les couches sont horizontales et la faille verticale.

Si les couches sont horizontales et le plan de faille incliné, le rejet vertical et le rejet perpendiculaire se confondent.

Si les couches sont inclinées et le plan de la faille vertical, le rejet vertical et le rejet incliné se confondent.

Enfin, quand les couches sont inclinées et que le plan de faille l'est aussi sans être perpendiculaire au plan des couches, les trois rejets ont des valeurs distinctes.

Aux trois éléments que nous venons de considérer en sont liés deux autres:

Diese drei verschiedenen Sprunghöhen fallen nur dann zusammen, wenn die Schichten horizontal, die Verwerfung vertikal stehen.

Sind die Schichten horizontal, die Verwerfung aber schief, so vereinigen sich die vertikale Sprunghöhe und die Sprunghöhe normal zur Schichtung.

Ist die Schichtung geneigt, die Verwerfung vertikal, so werden die vertikale und die flache Sprunghöhe ein und dasselbe.

Endlich, wenn die Schichten geneigt sind und wenn die Verwerfungsfläche einen Winkel sowohl mit der Vertikalen als mit der Schichtung bildet, haben alle drei Ausmaasse der Sprunghöhe verschiedene Werthe.

Den drei betrachteten Maassen schliessen sich zwei weitere an:

1.) f: le rejet horizontal transversal *
d: Horizontalsprungweite*, Horizontal-Abstand der Schnittlinien [57]), horizontale Grösse der Verschiebung [58]), söhlige Sprungweite (Grösse der —) oder söhlige Störungsweite, Sprungweite [59]) (im Querprofil des Sprunges gemessen), Sohle (der Verwerfung [60])
e: [width of the fault [61]], horizontal throw?
} *B D* Fig. 11

c'est-à-dire la distance des deux tranches (d'une même couche) mesurée en plan, ou ce qui revient au même, la projection du rejet incliné sur un plan horizontal; ce rejet est nul, si le plan de la faille est vertical [62]).

Das ist die in horizontaler Projection (Plan) gemessene Distanz der Schnittränder derselben Schicht oder auch die Projection der flachen Sprunghöhe auf eine Horizontalebene. Diese Sprungweite ist bei vertikaler Verwerfung null.

2.) f: le rejet parallèle(ment) aux couches
d: Sprungweite in der Schichtebene*
e: throw measured on the dip of the strata?
} *A C* Fig. 11

Ce rejet est nul, si le plan de faille est perpendiculaire au plan des couches, et se confond avec le rejet horizontal lorsque les couches sont horizontales.

Tous ces éléments sont surtout importants à connaître au point de vue technique, par exemple dans l'exploitation des couches de houille. Mais quand la faille et les couches ont la même direction il suffit toujours d'exprimer:

1° l'inclinaison des couches;

2° l'inclinaison de la faille;

3° le rejet vertical de la faille;

la valeur des autres éléments définis ci-dessus se déduisant aisément de ces trois données fondamentales. Quand au contraire la faille et les couches n'ont pas la même direction, il y a encore à considérer le rejet horizontal latéral* des couches, c'est-à-dire le déplacement

Diese Sprungweite ist gleich null, wenn die Verwerfungsebene senkrecht zur Schichtung steht und verschmilzt mit der Horizontalsprungweite, wenn die Schichten horizontal liegen.

Alle diese Ausmaasse sind besonders in technischer Beziehung z. B. bei der Ausbeute der Steinkohlenschichten von Bedeutung. Immer aber ist es ausreichend, wenn Verwerfung und Schichten dieselbe Streichrichtung haben, anzugeben:

1. Die Neigung der Schichten;
2. die Neigung der Verwerfung;
3. die vertikale Sprunghöhe derselben;

denn der Werth der anderen oben aufgeführten Ausmaasse lässt sich aus diesen drei Grundwerthen berechnen. Wenn hingegen Verwerfung und Schichten ungleiche Streichrichtung haben, ist noch in's Auge zu fassen die Seitenverschiebung * der

de leurs affleurements (ou plus généralement de leur intersection avec un plan horizontal quelconque) dans le sens de la direction de la faille. Il en sera question plus loin, au chapitre des décrochements transversaux ou horizontaux.

Lorsqu'on parle du rejet, sans épithète, cela doit ordinairement s'entendre du rejet vertical; celui-ci est évidemment le plus important à connaître, comme c'est le seul qui soit indépendant de l'inclinaison des couches et de la faille. Quand on suit une ligne de faille, il arrive souvent que le rejet vertical reste sensiblement le même pendant longtemps, tandis que les autres rejets changent beaucoup de valeur par suite des différences locales que les couches et le plan de la faille présentent dans leur inclinaison.

Schichten, d. h. die Verstellung ihres Ausgehenden (oder allgemeiner ihres Schnittes mit einer beliebigen Horizontalebene) in der Streichrichtung der Verwerfung. Hiervon wird später im Abschnitt über die Blätter die Rede sein.

Spricht man von der Sprunghöhe ohne weitere Bezeichnung, so soll damit die vertikale Sprunghöhe gemeint sein; diese letztere ist entschieden die wichtigste zu nennen, weil die einzige, welche von der Neigung der Schichten und der Verwerfung unabhängig ist. Verfolgt man eine Verwerfung, so beobachtet man oft, dass die vertikale Sprunghöhe sich auf weite Erstreckung ziemlich gleich bleibt, während die anderen Ausmaasse der Verwerfung viel stärker nach lokalen Abänderungen in der Schichtlage und der Stellung der Verwerfung wechseln.

2.

Des différents types de failles.

Considérées dans leurs rapports avec la disposition des couches qu'elles affectent, les failles peuvent présenter des caractères très-différents. Il y a lieu de les examiner successivement au point de vue de: *a*) leur direction relativement à celle des couches; *b*) la position des parties rejetées, c'est-à-dire le sens du mouvement relatif des deux lèvres; et *c*) l'inclinaison du plan de faille par rapport à celle des couches.

Von den verschiedenen Arten der Verwerfungen.

Die Verwerfungen können je nach ihrem Verhältniss zur Lagerung der Schichten, welche sie durchsetzen, sehr verschiedene Erscheinungen aufweisen. Sie sind der Reihe nach zu untersuchen in Beziehung: *a*) auf ihre Streichrichtung im Verhältniss zu derjenigen der Schichten, *b*) auf die Lage der verschobenen Punkte oder die Richtung der relativen Bewegungen beider Seiten und *c*) auf das Fallen der Verwerfung im Verhältniss zum Schichtenfall.

a)

Rapports de direction des failles et des couches.

Considérées en plan, et au point de vue de leur direction relativement à celle des couches qu'elles affectent, il y a lieu de distinguer d'abord les failles en couches horizontales et les failles en couches inclinées.

La direction des failles en couches horizontales est indifférente, c'est-à-dire qu'elle peut être quelconque sans que leur effet change; cela est évident, puisque les couches horizontales peuvent être considérées comme n'ayant pas de direction ou plutôt comme ayant à la fois toutes les directions possibles.

En couches inclinées au contraire on distinguera, suivant leur direction, les failles en parallèles, obliques ou perpendiculaires à la direction des couches.

Dans le premier cas, une faille est dite:

Verhältniss der Streichrichtung von Verwerfungen und Schichten.

Im Grundriss in Beziehung auf die Streichrichtung betrachtet sind zunächst zu unterscheiden die Verwerfungen in horizontalen Schichtcomplexen und die Verwerfungen in geneigten Schichten.

Die Streichrichtung der Verwerfungen in horizontalen Schichten kann jede beliebige sein, ohne dass dadurch ihre Wirkung sich ändert. Dies ist einleuchtend, indem horizontale Schichten als solche ohne Streichrichtung oder noch besser mit jeder beliebigen Streichrichtung aufgefasst werden können.

In geneigten Schichten hingegen hat man zu unterscheiden Verwerfungen, welche parallel, schief oder senkrecht zur Streichrichtung der Schichten streichen.

Im ersten Falle heisst die Verwerfung:

f: faille longitudinale, isogonale [63])
d: Streichende (Streich-)Verwerfung, Längsverwerfung, streichender Sprung [64])
e: strike-fault

Dans le deuxième cas, la faille est qualifiée de:

Im zweiten Falle heisst die Verwerfung:

f: faille diagonale [65])
d: spiesseckige [66]), spiesswinklige [67]), diagonale oder schiefstreichende Verwerfung
e: diagonal fault

Dans le troisième, on a une:

Im dritten ist sie eine:

f: faille transversale, orthogonale [68])
d: Quer-Verwerfung, querschlägige od. schwebende Verw. [69])
e: dip-fault, transverse fault.

b)

Sens du mouvement relatif du toit et du mur.

Considérées en coupe transversale, et au point de vue de la position

Relative Verschiebungsrichtung des Hangenden und Liegenden.

Im Querschnitt in Beziehung auf die relative Lage ein und derselben

relative d'une même couche au toit et au mur, les failles peuvent être de trois sortes:

1⁰ Quand le plan de la faille est incliné et que le toit a glissé sur le mur de manière à former la lèvre abaissée, suivant la „règle dite de Schmidt", la faille est appelée:

Schicht im Hangenden und Liegenden betrachtet ergeben sich drei Arten von Verwerfungen:

1. Wenn die Verwerfungsfläche schief steht und das Hangende auf dem Liegenden abwärts gesunken ist, so dass es die tiefere Seite bildet nach der sogenannten „Regel von Schmidt", so heisst die Verwerfung:

f: faille normale [70])
d: Sprung (im engeren Sinne) [71]), gewöhnlicher Sprung (Verwerf.), normale Verwerfung, Abgleitung, (Abgleitungsfläche), Absenkung [72])
e: normal fault [downthrow fault [73])]
— Fig. 12.

On pourrait aussi la qualifier de faille d'extension, car elle a pour effet de faire occuper à l'ensemble des couches, en projection horizontale, un espace plus grand qu'auparavant d'une quantité égale au rejet horizontal.

2⁰ Quand la faille est une:

Man könnte die Normalverwerfung auch als Dehnungsverwerfung bezeichnen; denn sie bewirkt, dass im Grundriss die Schichten nun eine Fläche einnehmen, welche um den Betrag der horizontalen Sprungweite grösser als ihre ursprüngliche Fläche ist.

2. Bei vertikaler Verwerfung haben wir:

f: faille verticale,
d: Seigersprung [74]), Vertikalverschiebung, Vertikalverwerfung.
e: vertical fault.
— Fig. 13

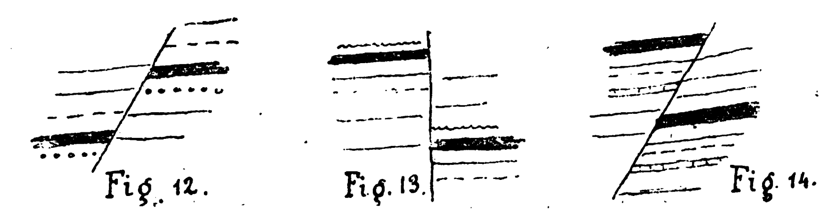
l'espace occupé par les couches ne change pas, l'une des intersections se projetant directement sur l'autre dans le plan horizontal; il ne peut plus être question alors de toit ou de mur et l'effet général reste le même quelle que soit celle des deux lèvres qui s'abaisse relativement à l'autre.

3⁰ Quand le plan de la faille est incliné et que le toit est remonté sur le mur de manière à former la lèvre soulevée, la faille est dite:

Die von den Schichten eingenommene Fläche bleibt in ihrer Grösse unverändert, indem beide Schnittflächen der Schichten im Grundriss zusammenfallen, und die Wirkung bleibt dieselbe, welches auch die Seite sei, welche sich relativ zur anderen senkt.

3. Ist bei geneigter Verwerfungsfläche das Hangende über das Liegende hinaufgeschoben, so dass das erstere den gehobenen Flügel bildet, so heisst die Verwerfung:

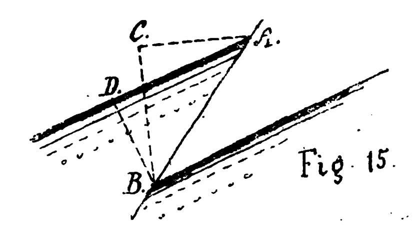
f: faille inverse [75]), f. anormale [76]), f. en surplomb [77]),
d: Ueberschiebung, Aufschiebung (Aufschiebungsfläche), abnorme Verw. [78]), Uebersprung (z. Th.) [79]), Wechsel [80]) (z. Th.)
e: reversed fault, reverse f., overfault [81]), overlap fault [upthrow f. [82])].
— Fig. 14



On pourrait aussi la qualifier de faille de compression, puisque les couches occupent alors un espace moindre qu'à l'origine, et égal à l'espace primitif diminué du rejet horizontal, qui devient un:

Man könnte die Aufschiebung auch als Compressionsverwerfung charakterisiren, weil die Schichten durch dieselbe auf einen kleineren Raum gedrängt werden, indem die horizontale Sprungweite wird zur:

f: recouvrement [82]), redoublement [83]) d: Deckung [84])
e: doubling, reduplication [85]).



De même qu'on distingue le rejet horizontal et le rejet parallèle, de même on peut distinguer le recouvrement par rapport à la verticale (*A C* Fig. 15) ou recouvrement proprement dit (c'est celui dont il vient d'être question) et le recouvrement par rapport à la perpendiculaire au plan des couches (*A D* Fig. 15) —, ce dernier pouvant se présenter même quand le plan de faille est vertical. Ces deux recouvrements ne se confondent que lorsque les couches sont horizontales.

Ainsi, tandis que dans une faille normale une ligne verticale perçant le plan de faille en un point quelconque ne traverserait nulle part toute la série des couches dont il manquerait toujours une certaine épaisseur égale au rejet perpendiculaire, dans une

So gut wie man die horizontale Sprungweite und die Sprungweite in der Schichtebene unterscheidet, so gibt es eine Deckung nach dem Loth [86]) (*A C* Fig. 15) von der wir soeben gesprochen haben, und aber auch eine Deckung nach dem Perpendickel [87]) — d. h. nach der Normalen zur Schichtfläche in der Schichtfläche gemessen (*A D* Fig. 15). Die letztere erscheint auch bei vertikaler Verwerfung. Sind die Schichten horizontal, so fallen diese beiden Deckungen zusammen.

Während eine Vertikale, welche die Verwerfungsebene an irgend einem Punkte durchsticht, bei den normalen Verwerfungen niemals die ganze vorhandene Schichtserie trifft, sondern stets einen der Sprunghöhe senkrecht zur Schichtung an Mächtigkeit ent-

faille inverse au contraire une même épaisseur de couches serait traversée deux fois [88]).

sprechenden Schichtencomplex ungetroffen lässt, durchstösst sie hingegen bei einer Aufschiebung eine gewisse Anzahl der Schichten zweimal.

c.)

Rapports d'inclinaison du plan de la faille et du plan des couches.

Considérées en coupe transversale, au point de vue de l'inclinaison des parties rejetées par rapport à celle du plan de faille, et indépendamment du sens du déplacement relatif du toit à l'égard du mur, les failles inclinées affectant des couches inclinées peuvent être:

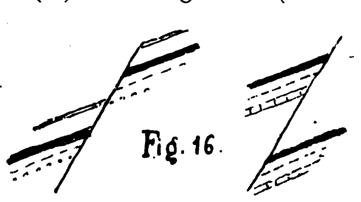
Verhältniss im Fallen der Verwerfung und der Schichten.

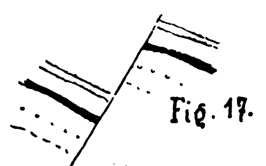
Im Querprofil betrachtet, unabhängig von der relativen Bewegung des Hangenden und Liegenden, können geneigte Verwerfungen, welche geneigte Schichten durchsetzen, je nachdem Schichtung und Verwerfungsebene in gleicher Richtung oder in entgegengesetzter abfallen, sein:

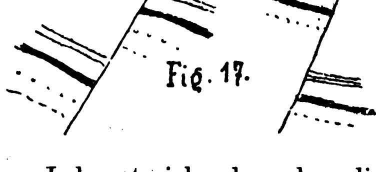
f: conformes [89]), inclinées dans le même sens que les couches
d: rechtfallend [90])
e: (to) hade with the dip [91])
— Fig. 16

ou bien | oder

f: contraires* [92]), inclinées en sens contraire des couches
d: widersinnig fallend [93])
e: (to) hade against (or under) the dip [94])
— Fig. 17







Toute faille longitudinale ou diagonale qui affecte des couches inclinées et n'est pas verticale, peut être à la fois: d'une part ou normale ou inverse, et d'autre part ou conforme ou contraire; le plan de la faille peut de plus, dans chacune de ces hypothèses, être soit perpendiculaire soit oblique au plan des couches.

Une faille normale, qui est conforme, tend à exagérer les différences de niveau produites dans les couches par

Jede streichende oder diagonale Verwerfung, deren Querprofil geneigte Schichten zeigt, und die nicht vertikal ist, kann gleichzeitig einerseits normal oder abnorm und andererseits rechtfallend oder widersinnig fallend sein, und überdies kann gleichzeitig die Verwerfungsebene senkrecht oder schief zur Schichtung stehen.

Eine normale Verwerfung, die rechtfallend ist, vermehrt die Niveauunterschiede, welche innerhalb der Schich-

leur seule inclinaison propre (Fig. 18 *a*).

Inversement si elle est contraire, elle tend à remonter les couches en diminuant ces différences de niveau. (Fig. 18 *b*).

ten durch deren blosse Neigung gegeben sind (Fig. 18 a).

Bei widersinnig fallenden Verwerfungen ist die Wirkung gerade umgekehrt (Fig. 18 b).

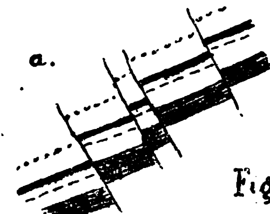


b.

Fig. 18.

Pour les failles inverses, les mêmes résultats sont réalisés avec les mêmes conditions renversées, c'est-à-dire qu'il y a exagération des différences de niveau, si faille et couches sont inclinées en sens contraire (fig. 19 *a*), et diminution lorsqu'elles sont inclinées dans le même sens. (Fig. 19 *b*).

Bei den Aufschiebungen werden dieselben Resultate durch die entgegengesetzten Bedingungen hervorgebracht, d. h. die Niveau-Differenzen werden vermehrt, wenn Verwerfung und Schichten entgegengesetzt fallen (Fig. 19 a) und vermindert, wenn sie gleichsinnig geneigt sind (Fig. 19 *b*).



b

Fig. 19.

Pour les failles verticales il y a exagération quand l'angle que fait au toit des couches et sur la lèvre abaissée le plan des couches avec le plan de la faille (a n g l e v i d e *) est obtus (fig. 20 *a)*, et diminution lorsque cet angle est aigu. (Fig. 20 *b*).

Bei den Vertikalverwerfungen vermehrt ein stumpfer, „l e e r e r“ W i n k e l * die Niveaudifferenzen (Fig. 20 *a*), ein spitzer leerer hingegen verringert sie (Fig. 20 *b*).

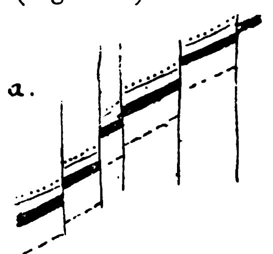
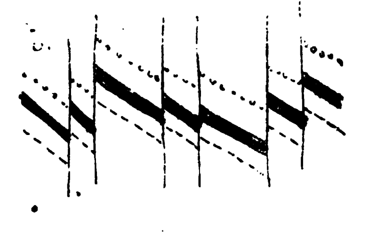


Fig. 20



B.

Des Flexures.

Lorsque des couches horizontales, situées à une hauteur différente, sont raccordées par une courbure continue, on dit qu'il y a:

Von den Flexuren (Tafelabbiegungen).

Wenn horizontale Schichten nahe beisammen in ungleicher Höhe liegen und durch eine ununterbrochene Biegung mit einander verbunden sind, wird diese Erscheinung bezeichnet als:

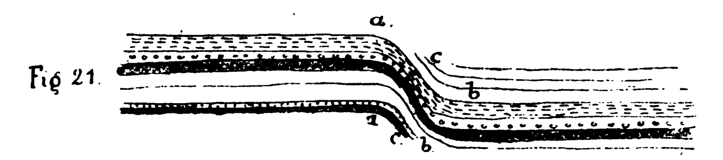


Fig 21.

f: flexure* [95]), [pli monoclinal], monoclinal* (subst.)
d: Flexur [96]), Tafelabbiegung* [Kniefalte [97]), monoclinale Falte]
e: (monoclinal) flexure, [monoclinal fold) [98]], monocline[99]), uniclinal flexure [100]).

Une flexure est donc en quelque sorte un pli unilatéral ou à un seul flanc, ou plutôt un demi-pli; on pourrait la definir: une faille sans rupture. De même que dans une faille on peut distinguer:

Eine Flexur ist also in gewissem Sinne eine einseitige Falte oder ein Faltenflügel, noch richtiger eine halbe Falte. Man könnte sie auch als Verwerfung ohne Bruch charakterisiren. Wie bei einer Verwerfung unterscheidet sich hier:

1°. f: le côté soulevé d'une flexure*
d: die gehobene Seite einer Tafelabbiegung, gehobene Tafel*
e: the uplifted side of a flexure [101])

2°. f: le côté abaissé d'une flexure*
d: die abgesenkte Seite einer Tafelabbiegung, gesunkene Tafel*
e: the dropped side of a flexure [102])

En outre, il y a lieu d'y distinguer:

Ferner ist dabei zu unterscheiden:

3°. f: le coude supérieur*
d: obere Biegung oder Krümmung, Abbeugung*
e: upper bend*
} *a* Fig. 21

4°. f: le coude inférieur*
d: untere Biegung od. Krümmung*, Aufbeugung [103])
e: lower bend*
} *b* Fig. 21

rattachés l'un à l'autre par une bande de couches inclinées plus ou moins brusquement, constituant le:

Beide Umkrümmungen sind durch einen Streifen geneigter Schichten mit einander verbunden. Derselbe bildet den mehr oder weniger steilen:

5⁰. f: flanc de raccordement* d: Verbindungsschenkel* [104])
(c. Fig. 21)

Dans une flexure typique, l'inclinaison du flanc de raccordement résulte d'un allongement et d'un étirement sur place opéré exclusivement dans le sens vertical, au lieu de provenir d'une compression exercée dans le sens horizontal comme dans le cas des vrais plis.

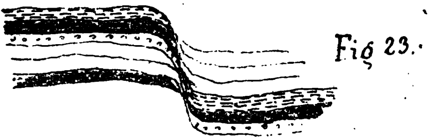
Si le flanc de raccordement, à force de s'amincir, disparaît et que les deux coudes se séparent l'un de l'autre, on a une:

Bei der typischen Tafelabbiegung ist die Neigung des Verbindungsschenkels das Resultat einer Verlängerung und örtlichen Streckung, welche ausschliesslich in vertikaler Richtung stattgefunden hat, nicht aber das Produkt einer Horizontalcompression, wie bei den ächten Falten.

Wenn der Verbindungsschenkel in Folge der Ausstreckung zerreisst oder verschwindet, trennen sich die beiden Krümmungen, wir erhalten eine:

f: flexure rompue*
d: zerrissene Flexur [105]), Tafelabknickung*
e: broken flexure [106])


Fig. 22.


Fig 23.

La flexure rompue est une véritable faille où les couches situées dans le voisinage immédiat des deux lèvres sont infléchies vers le plan de la fracture ou retroussées*, et on peut appeler la flexure rompue passant à la faille une faille avec:

Die Tafelabknickung ist eine Art wirklicher Verwerfung geworden, bei welcher die Schichtenenden in der Nähe des Bruches geknickt, gestaucht, manchmal zerbrochen, zermalmt oder wie man sich gewöhnlich ausdrückt, geschleppt [107]) sind. Die Tafelabknickung geht über in Verwerfung mit: [108])

f: retroussement*, rebroussement (des couches) [109])
d: Schleppung [110]) Einknickung [111]), Verwerfungsfaltung [112])
e: distortion [113]) bending [114])
} Fig. 23

Le retroussement est normal, ou de sens conforme à l'inclinaison du

Die Schleppung ist normal, oder übereinstimmend mit der Neigung des

flanc de raccordement originel remplacé par la faille, quand les couches correspondantes des deux lèvres paraissent aller à la rencontre les unes des autres, celles de la lèvre abaissée:

Verbindungsschenkels, der nun durch die Verwerfung ersetzt ist, wenn die entsprechenden Schichten beider Seiten einander gewissermassen entgegengehen. Die Schichtenden des gesunkenen Theiles sind dann:

f: se redressant vers le haut
d: nach aufwärts geschleppt [115])
e: rising towards the upthrow [116]), turned up, flexed upward [117])

tandis que celles de la lèvre soulevée:

diejenigen des gehobenen Theiles hingegen:

f: se recourbent vers le bas
d: abwärts geschleppt [118])
e: dipping to (or towards) the downthrow [119]), bent down, flexed downward [120]).

Dans ce cas, il n'est pas douteux que la fracture ne soit bien réellement que l'exagération d'une flexure. Mais il arrive souvent que des failles présentent des lèvres où les couches sont retroussées d'une manière irrégulière, et il est alors difficile de savoir au juste si on a affaire à une flexure rompue ou au contraire à une faille ordinaire, dont les lèvres ont été infléchies d'une façon plus ou moins compliquée, postérieurement à la production de la fracture [121]).

Dans tous les cas, on pourra facilement désigner les différentes combinaisons possibles, suivant que les couches des deux lèvres à la fois ou d'une seule lèvre sont retroussées vers le haut ou le bas, en employant les expressions suivantes:

Ohne Zweifel ist der Bruch hierbei in Wirklichkeit aus der Uebertreibung einer Flexur hervorgegangen. Nicht selten aber gibt es auch ächte Verwerfungen, bei welchen die Flügelränder in unregelmässiger Weise gestaut und geschleppt worden sind. Es bleibt dann oft unentscheidbar, ob man es mit einer Tafelabknickung, einer gebrochenen Flexur oder mit einer ächten Verwerfung zu thun hat, deren Ränder verbogen worden sind erst nach dem Entstehen des Bruches [121]).

Jedenfalls aber, die Schleppung mag dem Bruch vorangegangen sein oder nachfolgen, kann man die verschiedenen möglichen Combinationen leicht bezeichnen, welche darin bestehen, dass nur die eine oder beide Seiten geschleppt sind, und dass die Schleppung normal oder widersinnig sein kann. Es sind die folgenden:

Fig. 24 & 25 =

retroussement normal d'une lèvre*

normale einseitige Schleppung*

Fig. 26 =

retroussement normal des deux lèvres*

normale beidseitige Schleppung*

Fig. 27 & 28 =

retroussement inverse d'une lèvre*

widersinnig einseitige Schleppung*

Fig. 29 & 30 =

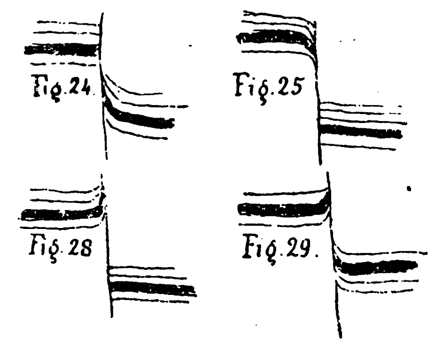
retroussement normal d'une lèvre et inverse de l'autre* (retroussement ascendant des deux lèvres ou anticlinal, et descendant des deux lèvres ou synclinal)

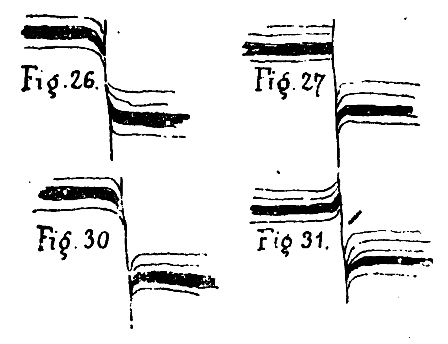
einseitig normale, anderseitig widersinnigeSchleppung*(beiderseitig steigend oder antiklinal und beiderseitig sinkend oder synclinal)

Fig. 31 =

retroussement inverse des deux lèvres*

beidseitig widersinnige Schleppung*





Le retroussement inverse des deux lèvres — cas qui a été quelquefois constaté — s'explique probablement par la production successive, suivant la même ligne, de dénivellations en sens opposé dont la plus ancienne avait la forme d'une flexure [122]).

Die widersinnige Schleppung, die wiederholt beobachtet worden ist, erklärt sich wahrscheinlich dadurch, dass zeitlich nach einander folgend auf der gleichen Dislocationslinie entgegengesetzt gerichtete Bewegungen sich geltend gemacht haben, von denen die ältere (Flexur) die Schleppung, die jüngere (Verwerfung), die widersinnige Verstellung der geschleppten Ränder hervorgebracht hat [122]).

Il importe de distinguer le retroussement des couches (qui est un phénomène purement local, limité au voisinage des failles et en rapport avec la production de ces dislocations) et l'allure générale des couches d'une région; une faille à retroussement synclinal* ou anticlinal* (Fig. 29 et 30) ne

Es ist wichtig, die Schleppung der Schichten, die eine rein lokale Erscheinung an den Grenzen von Verwerfungen ist und mit deren Entstehung zusammenhängt, von der allgemeinen tektonischen Structur des Gebietes zu unterscheiden. Eine Verwerfung mit synclinaler*oder anticlinaler* Schleppung (Fig. 29

doit donc pas être confondue avec une faille qui coïnciderait en position avec l'axe d'un pli synclinal ou anticlinal et pourrait être appelée pour cette raison faille synclinale ou anticlinale [123]), car là le recourbement et l'inclinaison des couches ne serait plus un détail accesoire, mais un trait essentiel de la structure du sol.

Enfin, quand toute trace de retroussement a disparu, on a une simple faille.

Une même ligne de dénivellation des couches peut revêtir ces différents caractères de flexure, flexure rompue ou faille à lèvres retroussées et faille ordinaire, suivant les points de sa longueur où on la considère; même dans une même coupe verticale, ces diverses phases peuvent se remplacer en partie dans la profondeur, suivant le degré de résistance relative des différentes roches superposées [124]) (Fig. 32).

und 30) darf nicht verwechselt werden mit einer Verwerfung, die mit einer anticlinalen oder synclinalen Faltenaxe örtlich zusammenfällt [123]), und ebenfalls als synclinale oder anticlinale Verwerfung bezeichnet werden könnte. Im letzteren Falle ist die Umbiegung und Neigung der Schichten nicht mehr ein untergeordnetes Nebenprodukt, sondern ein tieferer Charakterzug in der Structur der Erdrinde.

Verschwindet jede Spur von Schleppung, so geht damit die Tafelabknickung völlig in die gewöhnliche Verwerfung, in einen Tafelabbruch* über.

Ein und dieselbe Denivellationslinie kann an verschiedenen Stellen Flexur, Tafelabknickung, Verwerfung mit und ohne Schleppung sein mit allen Uebergängen dieser Formen in einander. Die verschiedenen Glieder dieser Reihe können sogar im gleichen Vertikalschnitt bei verschiedenen Schichten je nach deren Tiefe und speciellen mechanischen Eigenschaften erscheinen [124]) (Fig. 32).

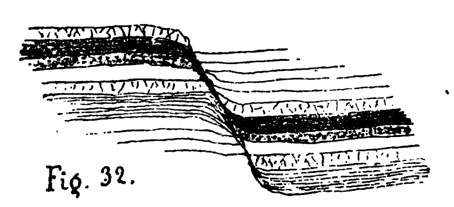


Fig. 32.

Il est souvent impossible de décider si des dislocations, que certains de leurs caractères rapprochent des flexures, doivent bien réellement être considérées comme telles ou au contraire être groupées avec les dislocations qui sont dues à des mouvements horizontaux; et on sera parfois très-

Es ist oft unmöglich, zu entscheiden, ob gewisse Dislocationen in die Klasse der Flexuren oder zu denjenigen Dislocationen zu stellen sind, welche aus horizontalen Bewegungen hervorgehen. Man wird oft sehr in Verlegenheit sein, zwischen den Worten Anticlinale Falte oder Tafelabbiegung

embarrassé de choisir entre les mots pli anticlinal et flexure, notamment dans le cas des ondulations très-amples et à flancs dissymétriques faiblement inclinés des pays de plaines et de plateaux, où les pressions latérales ont agi avec une intensité médiocre [125]). Quand on voit s'individualiser, de part et d'autre du flanc de raccordement, deux autres flancs inclinés en sens opposé, il est évident qu'on est en présence de la transition entre la flexure et le pli véritable. Puisqu' avec un mouvement vertical prédominant peut se combiner un mouvement horizontal plus ou moins accentué, il serait puéril de chercher à établir entre les deux types de formes une ligne de démarcation absolument tranchée, qui n'existe point dans la nature.

Pour définir la part qui revient dans chaque cas au mouvement purement vertical (étirement) et au mouvement horizontal (poussée latérale), il faudrait comparer l'épaisseur des couches aux points affectés par la dislocation avec ce qu' elle est dans le voisinage, là où elle a conservé sa valeur primitive.

(Flexur) zu entscheiden, besonders dann, wenn es sich um sehr flache Wellen der Erdrinde handelt, wie sie in unsymmetrischer Gestalt in Plateauländern und Ebenen oft vorkommen, wo der Seitenschub nur mit geringer Kraft gearbeitet hat [125]). Wenn man beiderseits des Verbindungsschenkels einer Flexur sich mit entgegengesetztem Abfallen zwei andere Schenkel ausbilden sieht, steht man vor dem Uebergang von einer Tafelabbiegung (Flexur) zu einer wirklichen Falte. Da eine vorherrschende Vertikalbewegung mit einer stärkeren oder schwächeren horizontalen sich in den verschiedensten Verhältnissen zusammensetzen kann, wäre es der Natur der Sache sehr widersprechend, wollten wir die Dislocationsgestalten, welche hieraus hervorgehen, künstlich scharf von einander trennen. Um den Antheil zu bestimmen, der in jedem einzelnen Fall von rein verticaler Bewegung (Ausziehen) und von horizontaler Bewegung (Seitenstauung) herrührt, müsste man die Dicke der Schichten an den von der Dislocation beeinflussten Stelle genau vergleichen mit derjenigen an benachbarten Stellen, wo sie unverändert die ursprüngliche geblieben ist.

C.

Modes de groupement des failles et des flexures.

Zusammensetzung der Verwerfungen und Flexuren.

1.

Distinction des failles de crevassement et des failles de plissement.

Le résultat le plus important des observations dont la répartition des failles a été l'objet a trait à la différence de distribution géographique entre les failles normales et les failles verticales, d'une part — lesquelles affectent seules les pays à couches horizontales ou peu inclinées (plateaux) — et les failles inverses, ne se rencontrant que dans les pays à couches plus fortement disloquées (chaînes), d'autre part. Cette différence de distribution des deux types est d'ailleurs conforme à leur différence génétique, les failles normales résultant de mouvements verticaux, les failles inverses au contraire de mouvements latéraux. Dans le présent chapitre il ne sera question que des premières, auxquelles on a quelquefois donné le nom de:

Unterscheidung der Spaltenverwerfungen und Faltenverwerfungen.

Das wichtigste Resultat der Beobachtungen über die Vertheilung der Verwerfungen besteht darin, dass in den Ländern mit flacher Schichtenlage (Plateauländer) nur die normalen und vertikalen Verwerfungen vorkommen, die abnormen Verwerfungen oder Aufschiebungen hingegen den Gebieten mit stark geneigter Schichtlage, den gefalteten Regionen (Kettengebirgen) angehören. Dieser Unterschied in der geographischen Vertheilung beider Typen ist übrigens in Uebereinstimmung mit ihrer Entstehungsweise, indem die ersteren aus Vertikalbewegungen, die letzteren aus horizontalen hervorgehen, Im vorliegenden Kapitel haben wir nur von den ersteren zu sprechen, welche man bezeichnet hat als

f: Failles de crevassement [125], failles proprement dites, f. ordinaires
d: Spaltenverwerfung [126]), eigentliche Verwerfung, reine Verwerfung.

pour rappeler que la formation de la fente y a ordinairement précédé la production du rejet (sauf pourtant dans le cas des flexures rompues), tandis

Die Bezeichnung Spaltenverwerfung soll daran erinnern, dass ein Bruch der Ausbildung der Verschiebung in der Hauptsache vorangegangen ist

que c'est le contraire pour la plupart des failles inverses qui sont des failles de plissement. [127]).

A ce propos, remarquons que le mot de faille a généralement servi de désignation commune pour toutes les dislocations où il y a rupture avec rejet, quel que soit le sens de celui-ci, et quelles qu' aient été les phases par lesquelles la dislocation a passé successivement avant d'acquérir sa disposition actuelle. L'insuffisance de ce terme, embrassant des formes dont la nature et l'origine réelles sont très-différentes, est donc manifeste, et des qualifications sont nécessaires pour indiquer des catégories plus nettement définies.

Néanmoins, comme la grande majorité des „failles" sont des failles de crevassement normales, on peut convenir, pour abréger le langage, que lorsque le mot faille sera employé seul et sans qualification, il devra être interprété comme signifiant une faille normale ou verticale. C'est ce que nous ferons dans la suite.

(Ausnahme im Falle der Tafelabknickungen). Bei der Mehrzahl der Aufschiebungen ist das umgekehrt, sie sind Faltenverwerfungen [127]).

Das Wort Verwerfung hat schon als gemeinsame Bezeichnung für alle Dislocationen gedient, bei welchen Bruch mit Verschiebung vorkommt — unabhängig davon, welches der Sinn der letzteren sei und welche Stadien die Dislocation successiv durchlaufen habe, bevor sie ihre jetzige Gestalt angenommen hat. Die Unzulänglichkeit dieser Bezeichnung, die Formen so verschiedener Natur und Entstehung umfasst, liegt auf der Hand. Es sind deshalb nähere Bezeichnungen nöthig, um bestimmt definirte Fälle anzugeben.

Indessen, da die grosse Mehrheit der „Verwerfungen" normale Spaltenverwerfungen sind, kann man sich zur Abkürzung der Sprache dahin verständigen, dass unter dem Wort Verwerfung für sich allein genommen, die normalen oder vertikalen Verwerfungen verstanden sind. Wir werden in der Folge hieran festhalten.

2.

Des failles simples et des failles composées.

Von den einfachen und zusammengesetzten Verwerfungen.

Très-souvent une faille, au lieu d'être

Sehr oft ist eine Verwerfung nicht:

f: simple [128])
d: einfach (einfache Abgleitung [129])
e: single-lined fault [130])

est:

f: composée[131]), zone de faille*. e: compound[133]).

c'est-à-dire que la dénivellation ne se produit pas suivant une seule fracture, mais est au contraire répartie entre une série de petites failles parallèles dont les rejets, de même sens, s'additionnent, et qui déterminent une série de gradins étagés les uns au-dessus des autres. On les appelle pour cette raison:

sondern:

d: zusammengesetzt, Verwerfungszone[132]).

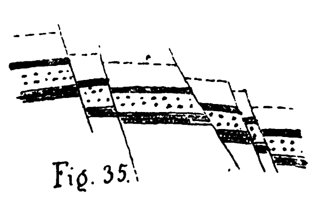
d. h. die Niveaudifferenz ist nicht längs einer einzelnen Bruchfläche (Abgleitungsfläche) entstanden, sondern vertheilt auf ein Büschel kleiner Parallelverwerfungen, deren Verschiebungen gleichsinnig sind und sich summiren in Gestalt einer Anzahl von untereinander liegenden Stufen. Man nennt sie:

f: failles à gradins ou en escalier
d: Terrassenförmige Verwerfung[134]) Staffelbruch [135]) staffelförmig stehende (oder abgestufte) Verwerfung[136])
e: step-faults[137]).
— Fig. 35.

Mais le rejet de ces petites failles n'est pas toujours de même sens pour toutes: il y en a parfois dont le rejet, en sens inverse de celui des voisines, compense au moins en partie l'effet de ces dernières. Ce sont les:

Indessen ist hierbei die Verschiebung an den einzelnen Verwerfungen nicht selten von Unregelmässigkeiten beeinflusst, indem dazwischen einzelne eine widersinnige Verschiebung zeigen, die einen Theil der Gesammtwirkung wieder aufhebt. Man nennt solche:

f: failles à rejet compensateur
d: Wechselsinnige [138]) Zwischenverwerfungen*
e: (faults with) balance of throw[139]).
— Fig. 36 a & b.


Fig. 35.

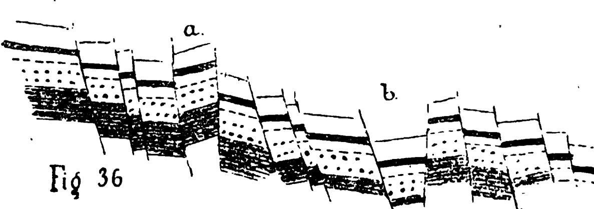


Fig 36

Dans les failles composées, l'une des fractures joue souvent un rôle plus considérable que les autres; elle prend pour cette raison le nom de faille principale par opposition avec les failles secondaires ou latérales d'importance moindre qui lui servent de cortége.

Bei zusammengesetzten Verwerfungen spielt oft einer der Brüche eine viel bedeutendere Rolle als die andern. Man nennt ihn deshalb Hauptverwerfung im Gegensatz zu den Nebenverwerfungen von geringerer Bedeutung, welche die erstere begleiten.

Examinée longitudinalement, une faille peut de même rester unique ou donner naissance à de petites failles secondaires ou branches. On la qualifie alors de:

In der Längsrichtung betrachtet kann eine Verwerfung einheitlich bleiben oder sekundäre Verwerfungen Verwerfungsäste oder Trümmer entstehen lassen. Sie heisst dann:

f: faille ramifiée[140]). d: Zertrümmerte Verwerfung.
e: branching fault[141]).

Ce cas se produit surtout vers les extrémités d'une ligne de faille. On dit alors que la faille se subdivise ou se décompose en branches e: split at the ends[142]).

Dieser Fall tritt besonders gegen die Enden einer Verwerfungslinie ein. Man sagt dann, die Verwerfung zertrümmert oder verzweigt, verästelt sich.



Fig. 37. (plan)

3.

Des massifs et de leur disposition relative.

Von den Schollen und ihrer gegenseitigen Lage.

Ordinairement les failles ne sont pas isolées mais se présentent au contraire réunies en groupes ou systèmes, occupant des régions souvent appelées champs de failles, champs de fractures, dont l'étendue est plus ou moins considérable.

Meistens kommen die Verwerfungen nicht vereinzelt vor, sie sind vielmehr in Gruppen oder Systeme vereinigt. Ein unbestimmt begrenztes kleineres oder grösseres Gebiet, welches überall von Verwerfungen eines bestimmten Systemes durchsetzt ist, heisst ein Verwerfungsfeld oder Bruchfeld.

La partie de l'écorce terrestre comprise entre deux failles voisines est appelée, quel que soit le sens du mouvement qu'elle a subi relativement aux parties adjacentes:

Das Stück Erdrinde, welches zwischen zwei benachbarten Verwerfungen liegt, heisst, was immer der Sinn der Verschiebungen sei, die es umgrenzen:

f: massif, bande ou zone (quand le massif présente une forme allongée et est compris entre deux failles à peu près parallèles), paquet (quand l'écartement des deux failles limitant le massif est peu considérable[143]).

d: Scholle[144]), Gebirgsstück, Massenstück[145]), Gebirgstheil[146]), Gesteinsplatte, Erdkrustenplatte[147]).

e: (orographic) block[148]), diastrophic block[149]), fault-block[150]), prism[151]).

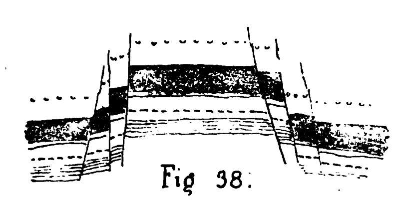
Il est évident d'après cette définition, que les lèvres des failles correspondent aux bords des massifs.

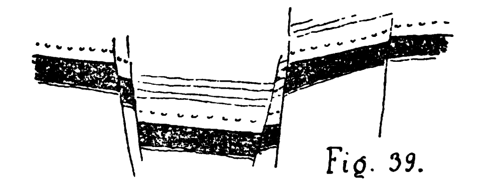
Considéré dans ses rapports avec les massifs voisins, un massif peut être en saillie:

Es ist hiernach einleuchtend, dass die Seiten der Verwerfungen den Rändern der Schollen entsprechen.

In ihren gegenseitigen Beziehungen betrachtet, können die Schollen als nach oben vorspringend erscheinen:

f: massif surélevé (soulevé)[152]), bande ou zone surélevée, butoir [153]).
d: Horst[154]), Rippenhorst * (wenn schmal und langgestreckt), Rücken, [Insel oder Thürme (wenn ringsum abgeschnitten)] [155]).
e: (up)lifted or heaved block[156]), uplift, upthrust[157]).
} Fig. 38.


Fig 38.


Fig. 39.

ou en creux:

oder relativ zur Umgebung abgesunken sein:

f: massif affaissé ou effondré (bande ou zone affaissée ou effondrée, fossé*, effondrement linéaire)
d: Graben, Grabensenkung oder Grabenversenkung [158]), Bikataklase [159]), Rinne[160])
e: sunken[161]) (thrown, downthrown[162]), block.
} Fig. 39.

Quand un massif affaissé d'une étendue relativement restreinte présente des contours circulaires ou polygonaux plus ou moins irréguliers, on a un:

Wenn eine abgesunkene Scholle von relativ geringerem Umfange mehr oder weniger rundlichen oder polygonalen Umriss hat, spricht man von dem:

f: effondrement circulaire
d: Kesselbruch [163]), Kesseleinbruch [164]), Senkungskessel, Ringkataklase[165]), [Tiefe] [166]).

Quand le phénomène affecte une étendue plus vaste on a un:

Wenn aber die betroffene Fläche von grösserem Umfange ist, so bildet sich ein:

f: bassin (région) d'affaissement.
d: Senkungsbecken, Schüsselsenkung[167]).

Un massif peut encore être relativement surélevé d'un côté et affaissé de l'autre; ce sera alors un:

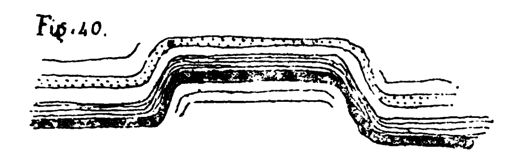
Ein Massiv kann auch auf der einen Seite relativ erhoben, auf der andern gesunken sein, es bildet dann eine:

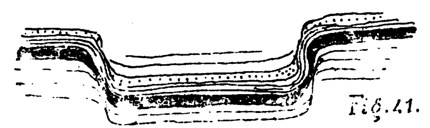
f: gradin, palier[168]) d: Stufe, Staffel[169]) e: step[170]).

Les massifs surélevés ou affaissés sont parfois limités par des flexures qui comme nous l'avons déjà vu peuvent remplacer les vraies failles.

Gehobene oder gesunkene Schollen können anstatt von eigentlichen Verwerfungen auch von Flexuren, welche ja oft Verwerfungen vertreten können, begrenzt sein. So entstehen:

d: Flexurhorst* (Fig. 40) resp. Flexurgraben* (Fig. 41)[171]).





Dans ce cas deux flexures de sens opposé, en se combinant dos à dos, peuvent arriver à simuler un véritable pli [172]).

Les massifs peuvent être d'une importance fort inégale sons le rapport de leur étendue et de leur situation. Les massifs surélevés principaux ou de Ier ordre sont ceux qui se trouvent en saillie entre deux régions affaissées de chaque côté jusqu'à une grande distance. Il arrive souvent que les failles bordant ces massifs ont été plus ou moins complétement rasées de manière que les couches formant leur lèvre abaissée s'arrêtent à la ligne de faille et ne se retrouvent plus de l'autre côté, où affleurent seulement des couches plus anciennes; la faille prend pour cette raison le nom de:

Man sieht leicht ein, dass zwei Flexuren von umgekehrtem Sinne, wenn sie sich nahe zusammen stellen, einer wahren Falte ähnlich aussehen können [172]).

Die Schollen können von sehr ungleicher Bedeutung sein in Beziehung auf ihre Ausdehnung und Lage. Die vorherrschenden überhöhten Schollen oder die Horste erster Ordnung[173]) können als die stehengebliebenen Reste zwischen zwei grösseren Senkungsfeldern definirt werden. Ist die Oberflächengestaltung durch Abrasion eben geworden, so dass die auf der abgesunkenen Seite der Verwerfungen liegenden Schichten an der Verwerfung aufhören und jenseits nicht wieder erscheinen, so nennt man die Verwerfung aus diesem Grunde in Beziehung auf die jüngeren Schichten eine:

f: faille-limite[174]) d: Randverwerfung[175]), Grenzverwerfung*
e: boundary-fault[176])

désignation qu'on peut étendre à tous les cas analogues, quelles que soient la direction de la faille et l'allure des couches qu'elle affecte.

Diese Bezeichnung kann auf viele analoge Fälle ausgedehnt werden, was immer im übrigen der Charakter der Schichtenlage und der Verwerfungen sein mag.

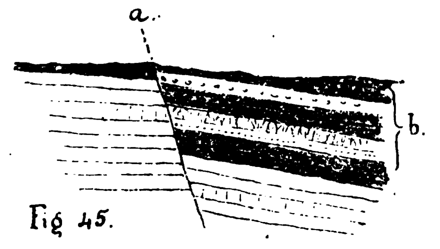


Fig 45.

a (Fig. 45) est une faille-limite pour les couches b.

Quand deux massifs surélevés voisins sont limités par des failles parallèles et disposés d'une manière symétrique relativement au massif affaissé qui les sépare, on peut les qualifier de:

a in Fig. 45 ist eine Grenzverwerfung für die Schichten b.

Wenn zwei benachbarte Horste von parallelen und zu den sie trennenden Einsenkungen symmetrisch gelegenen Verwerfungen begrenzt werden, kann man sie bezeichnen als:

f: massifs surélevés jumeaux*
d: Zwillingshorste[177]).

Dans une même région le rejet du plus grand nombre des failles situées d'un même côté du massif le plus élevé ou le plus déprimé est dans le même sens. Cependant quelques failles, en ayant par exception un rejet en sens contraire des failles voisines, déterminent la production de:

In einer bestimmten Region ist der Sinn der Verwerfungen bei der grossen Mehrzahl der Brüche derselbe in Beziehung auf die höchste oder tiefste Scholle, (gleichsinnige Verwerfungen)[178]). Indessen kommt es vor, dass einzelne Verwerfungen wechselsinnig[178]) sind, wodurch überhöhte oder versenkte Schollen abgegrenzt werden. Man bezeichnet diese letzteren als:

f: massifs (ou bandes) surélevés ou affaissés d'ordre secondaire
d: Horste oder Graben II Ordnung oder untergeordnete (secundäre) Horste und Graben[179])
} Fig. 36 a & b.

Les massifs ou bandes surélevés ou affaissés de petite dimension peuvent quelquefois résulter du recoupement d'une faille inclinée par une autre inclinée en sens contraire et dont le rejet est du côté opposé à celui de la première. Dans certaines bandes effondrées étroites, l'enfoncement d'un paquet de couches en forme de coin n'est ordinairement explicable que

Die überhöhten oder abgesunkenen Schollen oder Zonen kleiner Dimensionen können auch aus der Durchsetzung zweier Sprünge[180]), die in entgegengesetztem Sinne einfallen, hervorgehen. Bei manchen schmalen abgesunkenen Streifen (e: trough-faults[181]), ist die Versenkung eines Keiles oder Zwischenstückes (trough piece[181]) gewöhnlich nur in die-

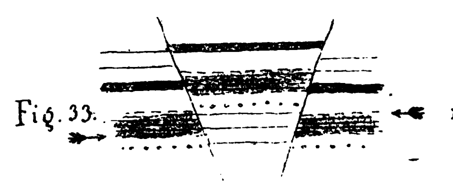
de cette manière [182]). On peut appeler ces massifs des **coins surélevés ou affaissés par recoupement***.

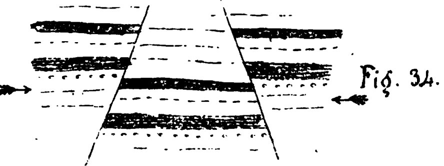
Une disposition analogue pourrait d'ailleurs résulter indirectement d'un refoulement latéral quand deux fentes dirigées parallèlement convergent ou divergent dans le plan vertical. Mais alors les failles seraient inverses. On pourrait appeler les massifs correspondants:

ser Weise zu erklären [182]). Man kann solche Massive nennen: **gehobene oder gesunkene Durchschneidungskeile***.

Ein gleiches Resultat kann übrigens auch indirect aus einem horizontalen Zusammenschub hervorgehen, wenn derselbe auf Spalten trifft, die in verticaler Richtung convergiren oder divergiren. Die dadurch entstehenden Verwerfungen sind dann Ueberschiebungen. So entstehen die:

f: **coins (surélevés ou affaissés) par refoulement (ou inverses)***
d: **Keilhorste*** [183]) (Fig. 33) und **Keilkessel*** oder **Keilgraben*** (Fig. 34).





Quand deux failles naissent dans le voisinage l'une de l'autre et continuent côte à côte pendant un certain temps en augmentant de rejet à mesure qu'elles s'éloignent, l'espace intermédiaire est appelé:

Wenn zwei Verwerfungen nahe nebeneinander ihren Anfang nehmen und dann zuerst nebeneinander verlaufend an Sprunghöhe stets zunehmen, so nennt man das Zwischenstück:

f: **pont de faille***
d: **Brücke** [184])

Fig 46 a (plan)

On comprend l'origine de cette expression en remarquant que par ce **pont** on pourrait passer d'un côté à l'autre sans franchir de faille, quel que soit le sens relatif de leur rejet:

Das Wort ist dem Umstand entnommen, dass man über dies Zwischenstück weg von der einen zur anderen Seite gelangen kann ohne auf diesem Umwege eine Verwerfung überspringen zu müssen, und was immer der Sinn derselben sein kann:

Fig. 46. a. plan

Si la largeur de ce pont devient égale à zéro, on a une seule et même faille, où, contrairement au cas habi-

Wenn die Breite dieser Brücke abnimmt und endlich verschwindet, erhält man im Gegensatz zum gewöhn-

tuel, le rejet change de sens longitudinalement; dans ce cas, le point où les rejets en sens opposé des deux parties de la faille se neutralisent, et où la fracture disparaît momentanément ou du moins ne présente pas de déplacement relatif, est appelé:

charnière[186]), noeud[187]), point d'interversion du rejet*

de la faille. On peut en conséquence donner aux failles qui présentent cette particularité le nom de:

lichen Fall, wo die Verschiebung von einem Ende der Verwerfungen zum anderen gleichförmig bleibt, eine einzige Verwerfung mit ungleichförmiger [185]) Verschiebung. Der Punkt, wo die Verschiebung ihren Sinn wechselt und keine Verstellung beiderseits der Kluft bemerkbar ist. heisst dann

Wendepunkt, Verkehrungspunkt [188])

Man kann die Verwerfungen mit dieser Eigenthümlichkeit nennen:

f: failles à charnière [189])
d: Schraubenbruch [190]), Drehverwerfung*.

4.

Structure intérieure des massifs.

Comme les couches affectées par les failles peuvent être horizontales ou inclinées, la surface des massifs correspondants (abstraction faite des dénudations) peut être horizontale:

Innere Structur der Schollen.

Wie von Verwerfungen durchsetzte Schichten horizontal oder geneigt sein können, so kann auch die Oberfläche der Scholle (die Denudation unberücksichtigt gelassen) horizontal sein:

f: massif tabulaire*
d: Tafelscholle [191]),
e: platform[192]), table[193])

ou bien inclinée: | oder geneigt:

f: massif penché
d: schräge Scholle*
e: tilted (or tipped[194]) block

Lorsque plusieurs blocs adjacents penchés dans le même sens sont séparés les uns des autres par des failles parallèles dont le rejet, de sens uniforme et opposé à l'inclinaison des couches, tend à compenser l'effet de celle-ci —, un plan horizontal coupant successivement les différents

Wenn mehrere benachbarte Schollen gleichsinnig geneigt und durch parallele Verwerfungen derart getrennt sind, dass der Sinn der Verschiebung dem Schichtfall entgegengesetzt ist und dessen Wirkung wieder aufhebt, wird eine Horizontalebene, welche die verschiedenen Schollen schneidet, die

massifs y rencontre plusieurs fois de suite la même série de couches.

Cette disposition peut, dans certaines circonstances défavorables à une observation complète, faire croire à l'existence d'une série de couches uniformément inclinées et régulièrement superposées. On a alors une série de:

gleiche Schichtreihe mehrere Male nacheinander treffen.

In manchen Fällen, wo keine ausreichende Beobachtung möglich ist, kann diese Struktur zur Täuschung führen, indem man eine einheitlich geneigte grosse Serie regelmässig sich überlagernder Schichten vor sich zu haben glaubt, und die Wiederholungen übersieht. Man hat dann eine Serie von:

f: failles à répétition*
d: Repetitionsverwerfungen [195])
e: repetitive (deceptive) faulting [196]), monoclinal faulting [197]).

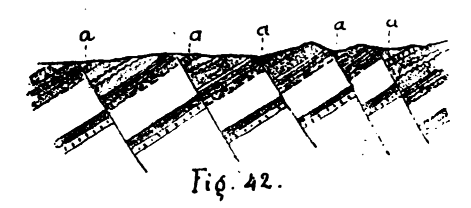


Fig. 42.

Si des failles sont localement nombreuses et très-rapprochées, et hachent pour ainsi dire le terrain en massifs étroits et allongés où les couches sont souvent inclinées d'une manière quelconque, la structure de la zone de faille correspondante devient extrêmement compliquée, au point de rappeler parfois en grand celle d'une véritable brèche dont les éléments auraient des dimensions gigantesques. Cette disposition a été désignée sous le nom de:

Wenn Verwerfungen lokal sehr häufig und gedrängt werden, so dass das Gebiet in schmale langgezogene Streifen zerhackt wird, deren Schichten oft in wechselnder Weise geneigt sind, so erhält diese Bruchzone eine derart verwickelte Struktur, dass das Ganze einer Riesenbreccie von wild durcheinander geworfenen Gebirgstrümmern gleicht [198]). Eine solche Bruchzone wird im Englischen genannt:

e: zone of diverse displacement [199]).

Il peut encore arriver que les couches, dans lesquelles un massif a été découpé par des failles, étaient déjà plissées lors de la production de ces dernières [200]). En ce cas, il y a lieu de distinguer les massifs d'après la direction relative des couches qui les constituent et des failles qui les bor-

Es kann vorkommen, dass die Schichten in einer durch Verwerfungen abgeschnittenen Scholle schon vor Ausbildung der Verwerfungen gefaltet worden waren [200]). In diesem Falle müssen die Schollen auch nach der Streichrichtung ihrer Schichten und der sie begrenzenden Verwerfungen

dent. Les massifs surélevés notamment peuvent être délimités par des failles:

1.) soit longitudinales:

unterschieden werden. Die Horste können von Verwerfungen begrenzt sein, welche verlaufen:

1.) der Länge (Streichrichtung) nach:

f: massif surélevé longitudinal d: Längshorst[201]), Streichhorst*

2.) soit obliques:

2.) schief zur Streichrichtung der Schichten:

f: massif surélevé diagonal d: Diagonalhorst[202]) e: plagioclinal block[203])

3.) soit enfin transversales à la direction des couches:

3.) Quer zur Streichrichtung der Schichten:

f: massif surélevé transversal d: Querhorst[204])

Si les plis avaient été déjà rasés par les agents d'érosion avant la production des failles, les massifs pourraient recevoir le nom de:

Wenn die Falten durch die Erosionswirkungen schon oberflächlich abgeebnet worden waren vor Ausbildung der Verwerfungen, so kann man die Scholle bezeichnen als:

f: massif arrasé* d: Abrasionscholle[205]).

Enfin si une série de couches discordantes avait été déposée par dessus toujours autérieurement aux fractures) on aurait le:

Wenn endlich auf der Abrasionsscholle eine Schichtreihe discordant nachher aufgesetzt worden ist, aber immer noch vor dem Verwerfen, hätte man vor sich eine:

f: massif arrasé avec couronnement transgressif*
d: Transgressionsscholle[206]), Abrasionsscholle mit Transgressionsdecke*.

Ce dernier cas nous ramène à celui du massif tabulaire[207]).

Dieser Fall leitet uns zurück zu den Tafelschollen[207]).

5.

Des systèmes de failles.

Les systèmes de failles actuellement connus paraissent se grouper autour de deux types principaux:

a) Le premier type correspond aux failles linéaires plus ou moins largement espacées, parallèles ou légèrement divergentes (en faisceau) et passant souvent à des flexures; elles atteignent de très-grandes dimensions en longueur et en rejet vertical et

Von den Verwerfungssystemen.

Die Systeme von Verwerfungslinien, welche man bisher kennt, ordnen sich um zwei Haupttypen herum:

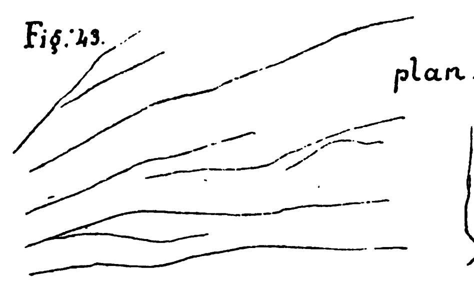
a) Der erste Typus, die Tafelbrüche[208]), entspricht den gradlinigen Verwerfungen, welche mehr oder weniger weit von einander abstehen und parallel oder (als Sprungbündel[209]) leicht divergirend büschelförmig verlaufen und oft in Flexuren übergehen;

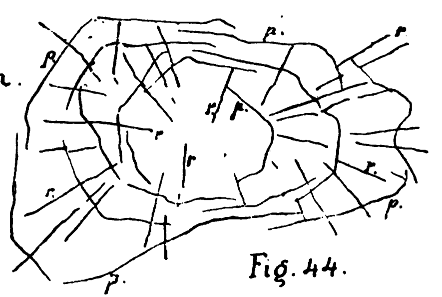
déterminent des plateaux étagés à des hauteurs différentes; il n'y a point de croisement par des failles transversales de quelque importance (Fig. 43 en plan[210]).

b) Le second type est celui des failles en réseaux dont les mailles sont formées par des fractures de directions différentes qui s'entrecroisent d'une manière plus ou moins compliquée et se coupent sous des angles variables. Ordinairement, un petit nombre d'orientations prédominent et souvent même il n'y en a que deux qui jouent un rôle important (systèmes conjugués[212]), auquel cas elles se coupent fréquemment à angle droit. Les principaux éléments de ces réseaux sont (Fig. 44 plan):

Diese Verwerfungen können nach Länge und Sprunghöhe gewaltige Dimensionen aufweisen und oft treppenförmige Abstufung grosser Plateauflächen erzeugen, Durchkreuzung mit Querverwerfungen von Bedeutung kommt nicht vor (Grundriss Fig. 43)[210].

b) der zweite Typus sind die Bruchnetze oder Sprungnetze[211]), die aus Brüchen verschiedener Richtungen bestehen, welche sich in mehr oder weniger complicirter Weise und unter wechselnden Winkeln durchkreuzen. Gewöhnlich herrschen eine kleine Zahl von Bruchrichtungen vor, und nicht selten kommen nur deren zwei vor (conjugirte Systeme), die sich dann häufig unter nahezu rechtem Winkel schneiden. Die Hauptelemente solcher Bruchnetze sind (Fig. 44 Grundrissbild):





les failles périphériques (p Fig. 44), courbes ou polygonales, approximativement parallèles aux bords de la région faillée, et concentriques entre elles;

les failles radiales (r. Fig. 44), coupant transversalement les premières.

Il est possible que les deux types ci-dessus définis ne diffèrent l'un de l'autre qu'en degré et en dimensions plutôt qu'en nature. L'avenir per-

p. Fig. 44 die peripherischen[213]) (umkreisenden[214]) Brüche; gebogene oder polygonal aneinander sich reihende Verwerfungen, verlaufend in ungefähr concentrischen Zügen innerhalb der äusseren Grenzen des Bruchfeldes;

r. Fig. 44 die Radialsprünge[215]) (ausstrahlende[216]), welche die ersteren unter steilem Winkel durchschneiden.

Es ist möglich, dass die beiden oben erwähnten Typen mehr nach Grad und Grösse als nach ihrer Natur verschieden sind. Vielleicht wird die

mettera peut-être de mieux préciser leurs caractères et de distinguer d'autres types de systèmes de failles; mais l'état actuel de la science ne nous permet pas d'entrer dans plus de détails à cet égard.

Zukunft gestatten, ihren Charakter besser zu definiren und noch andere Typen von Verwerfungssystemen zu unterscheiden; der gegenwärtige Stand unserer Kenntnisse gestattet uns nicht, in dieser Beziehung in weitere Einzelheiten einzutreten.

6.

Origine des failles.

On ne connaît pas suffisamment la profondeur jusqu'à laquelle pénètrent les failles pour savoir si elles sont un phénomène profond ou exclusivement superficiel. Il semble cependant se dégager de l'ensemble des observations faites dans les pays disloqués qu'elles affectent de préférence les parties de l'écorce terrestre les plus voisines de la surface; c'est là en effet que les mouvements relatifs d'où résultent les failles devaient trouver le jeu le plus libre et le plus de rigidité, et par suite s'effectuer le plus facilement.

Les causes auxquelles est due en dernière analyse la production des failles sont encore assez obscures. Le plus grand nombre paraissent provenir directement d'un affaissement inégal des différentes parties de l'écorce terrestre vers le centre du globe; cependant on ne saurait nier la possibilité du cas contraire (soulèvement absolu)[217]. Mais quand bien même chaque faille résulterait d'un affaissement local, on n'aurait pas pour cela le droit d'en conclure que l'ensemble d'une région faillée se trouve nécessairement plus près du centre de la

Ursprung der Verwerfungen.

Bis jetzt kennt man die Tiefe der Verwerfungen noch nicht genügend, um zu wissen, ob sie ein Phänomen auch der tieferen Rindentheile oder blos der oberen Regionen sind. Aus der Gesammtheit der Beobachtungen scheint indessen hervorzugehen, dass die Verwerfungen vorwiegend die höheren Theile der Erdrinde betreffen; dort hatten in der That die Verstellungen, aus welchen die Verwerfungen hervorgingen, das leichteste Spiel und trafen auf die grösste Brüchigkeit der Materialien, sie konnten sich deshalb hier am leichtesten ausbilden.

Die Ursachen, denen in letzter Linie die Verwerfungen zuzuschreiben sind, sind noch ziemlich unklar. Die Mehrzahl derselben scheint unmittelbar von einer ungleichen Einsenkung verschiedener Theile der Erdrinde gegen den Erdkern hin herzurühren; doch wird man den entgegengesetzten Fall, absolute Hebung, nicht vollständig läugnen können[217]. Selbst wenn jede einzelne Verwerfung das Produkt einer lokalen Senkung wäre, hätte man dennoch nicht das Recht, daraus den Schluss zu ziehen, dass die Gesammtheit einer von Verwerfungen durch-

terre qu'avant la production de ces failles, ce phénomène ayant pu succéder immédiatement à un soulèvement général de la région considérée; c'est ainsi par exemple que devrait s'expliquer, conformément à une hypothèse proposée depuis longtemps, la production des massifs surélevés jumeaux [218]).

Les réseaux de failles ramifiées paraissent souvent provenir, non de l'affaissement direct mais bien du fendillement général d'une région de l'écorce terrestre sous l'influence d'un mouvement de torsion [219]).

setzten Region nothwendigerweise dem Erdmittelpunkte jetzt näher liege als früher. Die Verwerfungen können einer Periode der Erhebung unmittelbar nachgefolgt sein, welche eine weitere Region betreffen. Auf diese Weise z. B. wollte man nach einer schon längst vorgeschlagenen Hypothese die Ausbildung der Zwillingshorste erklären [218]).

Manche Netze verzweigter Verwerfungen scheinen nicht von einer Einsenkung, sondern direkt von einer Zerklüftung unter dem Einfluss von Torsion eines Rindenstückes der Erde herzurühren [219]).

II.

Dislocations résultant de mouvements horizontaux.

Dislocationen aus Horizontalbewegungen hervorgegangen.

A.

Des plis.

Von den Falten.

B.

Des plis-failles.

Von den Falten-Verwerfungen.

C.

Des décrochements horizontaux.

Von den transversalen Horizontalverschiebungen (Blätter).

D.

Dimensions et rapports mutuels des plis et plis-failles.

Grösse und gegenseitige Beziehungen der Falten und Faltenverwerfungen.

A.

Des Plis. | Von den Falten.

1.

Des Plis en général. | Von den Falten im Allgemeinen.

Le:

Der

f: refoulement latéral[220]) d: Seitenschub, Seitendruck, Horizontalschub, Tangentialschub, Stauung e: side pressure, side-thrust[221])

qui tend à faire occuper aux couches un espace horizontal moindre qu'auparavant, a pour effet de les plisser; aussi cette action est-elle qualifiée de:

welcher die Schichten auf eine kleinere horizontale Ausdehnung zusammendrängt, faltet dieselben. Dieser Vorgang wird genannt die:

f: plissement, ridement d: Faltung, Sattelung[222]) e: folding, plication[223]).

Une coupe parallèle au sens du refoulement présentera alors une succession de courbures alternativement saillantes (convexes) ou creuses (concaves):

Ein Vertikalschnitt in der Richtung des Zusammenschubes weist dann eine Reihe von Biegungen auf, welche abwechselnd vorspringend (convex) oder hohl (concav) sind:


Fig. 47.

dont chacune s'appelle:

und deren jede heisst:

f: un pli d: eine Falte e: a fold[224]).

Un pli convexe est nommé aussi

Die convexe Falte wird auch genannt:

f: pli anticlinal d: Antiklinalfalte


Fig. 48.

e: anticlinal[225]) fold

parce que les couches plongent en sens contraire à partir du sommet.

weil die Schichten vom Scheitel beiderseits nach aussen abfallen.

Synonymie:

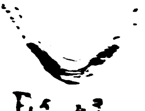
f: voûte[226] (soulèvement en voûte[227]) selle d: Gewölbe, Sattel

e: arch. anticline[228], roll (pour les petits), saddle.

Un pli concave porte le nom de

Eine concave Falte trägt den Namen

f: pli synclinal



d: Synclinalfalte

Fig. 49.

e: synclinal[229] fold

parce que les couches plongent des deux côtés vers le fond.

weil die Schichten beiderseits gegen die Mitte einsinken.

Synonymie:

f: fond de bateau, auge[230], mait ou maie[231], V ou pli en V (lorsqu'il est très aigu) d: Mulde (e: syncline, trough[232], basin[233]).

2.

Des parties d'un pli. / Von den Theilen einer Falte.

Dans un même pli on distingue les parties suivantes:

Bei der gleichen Falte unterscheidet man folgende einzelnen Theile:

f: les flancs, (ailes[234], jambages[235], jambles[236], montants, pans[237]), (reins, pendages[238])

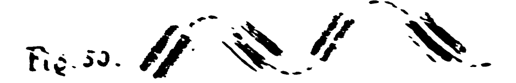
d: die Schenkel[239], Flügel[240]

e: the limbs, sides, parts, slopes, flanks, branches, legs[241], shanks[242], members[243]

sont les deux côtés du pli, inclinés en sens opposé.

sind die beiden verschieden abfallenden Seitenflächen der Falte.

Fig. 50.



La partie du pli, où les deux flancs opposés viennent se réunir, s'appelle suivant la nature convexe (1) ou concave (2) du pli:

Der Theil, wo die beiden entgegenstehenden Schenkel sich vereinigen, heisst je nach der convexen (1) oder concaven (2) Lage der Krümmung:

(1.) Fig. 48.

f: charnière anticlinale* ou sommet, tête[244], clef de voûte

d: Gewölbebiegung[245]

e: crest, crown[246], archcurve, archbend[247], anticlinal turn[248]).

(2.) Fig. 49.

f: charnière synclinale* ou fond
d: Muldenbiegung[249])
e: trough curve, trough bend, base[250]) jaw of the synclinal[251]), synclinal turn[252]).

On appelle souvent anticlinale (Fig. 51) ou synclinale (subst.) (Fig. 52) les lignes, situées à la surface du sol, d'où les couches divergent ou convergent vers le bas; cette disposition ne coïncide pas nécessairement avec la nature anticlinale ou synclinale des plis (voir plus loin aux plis en éventail). Dans l'emploi des mots anticlinale et synclinale les auteurs allemands en général ont fait prévaloir l'idée géométrique et les auteurs français plutôt l'idée de l'âge des couches. Ce n'est d'ailleurs que dans le cas (toujours exceptionnel) des plis en éventail qu'il peut y avoir malentendu.

Man nennt oft Antiklinale (Fig. 51) oder Synclinale (Fig. 52) die Linien an der Erdoberfläche, von welchen die Schichten beidseitig wegfallen, oder gegen welche sie einsinken, ohne dass diese Lagerung nothwendig immer dem Gewölbe oder der Mulde von Falten entspricht. (Siehe später die Fächerfalten). In der Anwendung des Wortes Anticlinale und Synclinale haben die deutschen Autoren im Allgemeinen den geometrischen Begriff, die französischen hingegen den Altersbegriff der Schichten in den Vordergrund gestellt. Man muss sich deshalb in der Anwendung dieser Worte vorsehen, besonders bei den Fächerfalten kann Missverständniss eintreten.

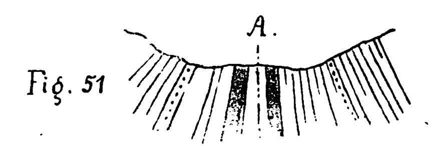


Fig. 51

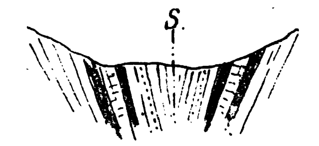
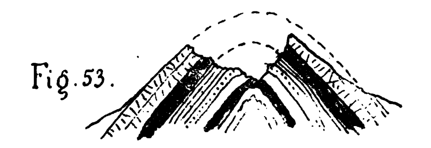


Fig. 52.

Si les couches situées de part et d'autre de l'anticlinale appartiennent réellement à une voûte, dont la courbure a disparu par érosion, cette voûte est dite:

Wenn wirklich die Schichten beiderseits einer Anticlinale einem Gewölbe angehören, dessen Gewölbebiegung durch Erosion verschwunden ist, so heisst diese Gewölbebiegung:

Fig. 53.



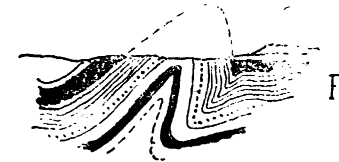


Fig. 54.

f: voûte ouverte* (Fig. 53) voûte rasée* (Fig. 54) boutonnière[253]).
d: Luftsattel (bei einem „aufgerissenen" (Fig. 53) und einem abgetragenen (Fig. 54) Gewölbe).
e: aerial arch[254]).

Les parties intérieures d'une voûte ouverte, formées de couches plus anciennes que celles qui affleurent sur leur bords, ont été parfois désignées sous le nom d'ellipsoïde ou de dôme. (e: dome, swell[255]). Quand les voûtes ou groupes de voûtes ont amené au niveau de dénudation les schistes cristallins, le noyau cristallin est appelé massif central.

Le point (* fig. 55) où les deux affleurements opposés (*a* et *b* fig. 55) d'une même couche d'une voûte ouverte ou rasée se rejoignent en plan par une courbure continue, s'appelle le contour[256]).

Die inneren Theile eines Gewölbes, welche aus älteren als den seitlich zu Tage tretenden Schichten bestehen, sind als Dom oder Kern-Ellipsoid, Gewölbekern bezeichnet worden. Wenn die Gewölbe (oder Gruppen von Gewölben) die krystallinischen Schiefer bis in das Denudationsniveau heraufgebracht haben, nennt man diese entblössten Gewölbekerne krystallinischer Silicatgesteine Centralmassive.

Der Punkt (* der Fig. 55), wo im Grundriss eines abgewitterten Gewölbes zwei beiderseits des Kernes sich entsprechende Schichten (*a* und *b* Fig. 55) zusammenhängend durch eine Umbiegung sich vereinigen, heisst die Wendung[256]).

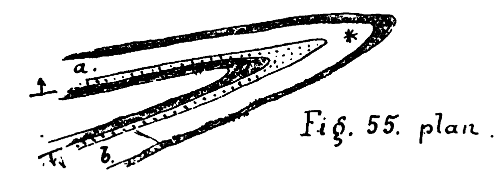


Fig. 55. plan.

Dans chaque pli, les couches sont pour ainsi dire enveloppées les unes dans les autres comme des pelures d'oignon ou plutôt comme des demi-cylindres concentriques; la partie des couches placée à l'intérieur d'un pli anticlinal s'apelle:

Bei jeder Falte sind die Schichten sozusagen ineinander eingeschachtelt wie die Schalen einer Zwiebel oder concentrische Halbcylinder; die Schichttheile, welche im Inneren eines Gewölbes liegen, heissen:

f: noyau anticlinal* ou noyau de la voûte[257])
d: Gewölbekern[258])
e: arch core[259]).

Fig. 56.

Inversement les couches placées en dedans d'un pli synclinal forment le:

Umgekehrt bilden die Schichten, welche im Innern einer Muldenbiegung liegen den:

f: noyau synclinal*
d: Muldenkern[260])
e: trough core[261]).



Fig. 57.

L'axe ou plutôt le plan axial d'un pli est le plan de symétrie mené suivant la bissectrice de l'angle dièdre formé par les deux flancs opposés du pli (*A* fig. 58 en coupe verticale transversale).

Die Axe, oder richtiger die Axenebene, Axialebene einer Falte ist die Symmetrieebene, welche den Winkel der beiden Faltenschenkel halbirt (*A* Fig. 58 in transversalem Vertikalschnitt).

e: axis-plane[262]).

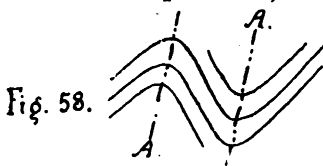


Fig. 58.

Dans un pli considéré longitudinalement suivant son axe on nomme:

Bei einer Falte betrachtet nach der Längserstreckung ihrer Axe nennt man:

1) f: arête anticlinale d: Gewölbe- (Sattel-) Linie[263])
e: crest-line (?)

la ligne qui en suit le sommet, lorsqu'il est convexe;

die Linie, welche dem Gewölbescheitel folgt,

2) f: arête synclinale d: Muldenlinie[263]) e: bottom-line (?)

la ligne qui en suit le fond, lorsqu'il est concave.

die Linie, welche dem Muldenscheitel folgt.

Ces lignes ont une certaine longueur: la longueur du pli, et une certaine direction: la direction du pli. Dans le sens longitudinal les plis peuvent se terminer plus ou moins lentement ou brusquement.

Diese Linien haben eine gewisse Länge, welche die Länge der Falte und eine gewisse Richtung, welche die Streichrichtung der Falte ist. In ihrer Längsrichtung können die Falten mehr oder weniger rasch endigen.

3.

Des différents types de plis.

Von den verschiedenen Faltentypen.

— a. —

Formes résultant d'une dissymétrie croissante dans l'inclinaison des flancs.

Formen, hervorgehend aus zunehmender Unsymetrie in der Neigung der Schenkel.

1) Lorsqu'un pli est symétrique par rapport à la verticale, c'est à dire lorsque ses deux flancs sont éga-

1) Wenn eine Falte in Beziehung auf die Verticale symmetrisch ist, d. h. wenn ihre Schenkel gleiches

lement inclinés en sens inverse et que son plan axial est vertical, le pli est qualifié de:

Fallen in wechselndem Sinne zeigen, so dass die Axialebene vertical steht, so wird die Falte bezeichnet als:

f: droit[264]) („normal“ est employé dans un autre sens)
d: normalgestellt, stehend[265]), aufrecht[266]), stehend gleichförmig[267])
e: upright, normal[268]), symmetrical[269])

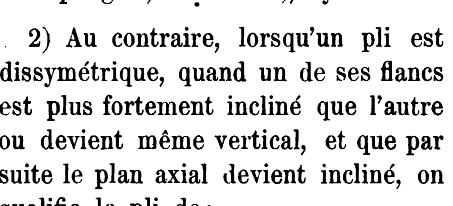


Fig. 59.

2) Au contraire, lorsqu'un pli est dissymétrique, quand un de ses flancs est plus fortement incliné que l'autre ou devient même vertical, et que par suite le plan axial devient incliné, on qualifie le pli de:

2) Wenn umgekehrt eine Falte unsymmetrisch ist, wenn der eine ihrer Schenkel steiler abfällt, als der andere, oder gar sich vertical stellt, und in Folge davon auch die Axialebene sich neigt, wird die Falte bezeichnet als:

f: oblique, déjeté[270]), pli en genou[271])
d: schief[272]), geneigt[273]), stehend ungleichförmig[274])
e: [normal[275])], unsymmetrical[276])

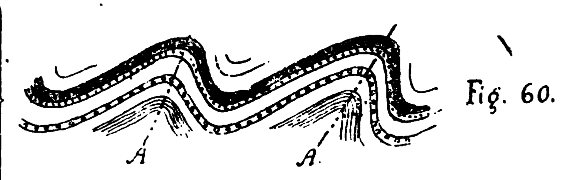


Fig. 60.

On dit d'un pli anticlinal qu'il est déjeté vers le nord[277]), quand son flanc le plus incliné est celui qui regarde le nord. Ce flanc est parfois désigné aussi sous le nom de front[278]).

Man sagt von einem Gewölbe, dass es z. B. nach Norden gerichtet oder gekehrt ist[277]), wenn der steilere Schenkel der nördliche ist. Dieser Schenkel wird manchmal auch als die Stirn bezeichnet.

3) Si la dissymétrie s'accentue encore, et que le flanc déjeté continuant à s'incliner davantage, se renverse, le pli devient un pli à renversement ou:

3) Wenn die Unsymmetrie noch mehr sich ausbildet, der steilere Schenkel sich immer mehr dreht, und endlich über die Vertikale umwendet, wird die Falte eine:

f: pli renversé*, repli[279])
d: Ueberliegende Falte*, überhängende Falte, Ueberfalte*, Sförmige Biegung [280]), [Ueberkippung[281])] Ueberfaltung[282]) überschobene Falte, übergelegte Falte*
e: inverted [folded] fold[283]), [inversion], overfold (subst.), [reflexed fold, sigmaflexure, sigmaplex, sigmoidal fold][284]) — reversed f. (collapsed, overthrown[285]) — overturned), overturn (subst.)[286]).



Fig. 61.

4) Le refoulement continuant toujours, il n'y a qu'un pas du pli renversé au pli couché: dans celui-ci les deux flancs sont redevenus presque horizontaux, mais l'un d'eux est complètement renversé, les couches les plus anciennes reposant sur les plus récentes:

4) Geht die Ueberschiebung immer weiter fort, so führt ein einziger Schritt zur liegenden Falte: Bei dieser sind die Schenkel wieder flacher, oft fast horizontal geworden, aber der eine derselben ist vollständig umgekehrt gelagert, indem die ältesten Schichten auf den jüngeren liegen:

f: pli (ou repli) couché
d: liegende Falte, liegendes Gewölbe [287])
e: lying overfold?



Fig. 62.

Exemple: Windgälle, Alpes Centrales (Heim [288]).

Ainsi tout pli dissymétrique — oblique, renversé, ou couché — comprend, lorsqu'il est complet, un pli anticlinal plus ou moins déjeté reposant sur un pli synclinal. Comme alors les flancs présentent des caractères très différents suivant leur position au dessus, au milieu ou au dessous du pli complet, il y a lieu de les distinguer les uns des autres par des noms spéciaux et par suite de modifier la nomenclature exposée ci-dessus de la manière suivante:

So besteht jede vollständige unsymmetrische Falte — sei sie schief, überfaltet oder liegend — aus einer antiklinalen Biegung, die mehr oder weniger auf eine synclinale Biegung überschoben ist. Da nun die Schenkel je nach ihrer Lage oben, in der Mitte oder unter der vollständigen Falte sehr verschiedene Charactere bieten, ist es nothwendig, die verschiedenen Theile von einander durch Namen zu unterscheiden und deshalb die oben gegebene Nomenclatur der Falten wie folgt zu modifiziren:

Le flanc supérieur du pli anticlinal, formé par les couches en superposition régulière, pourra être appelé:

Der obere Schenkel der Antiklinalbiegung, der durch eine regelmässige Schichtreihe gebildet wird, wird genannt:

(No. I Fig. 63)

f: flanc normal supérieur*, flanc normal de l'anticlinal*
d: Gewölbeschenkel [289]), Dach*, oberer aufrechter Schenkel*
e: arch limb, roof [290]).

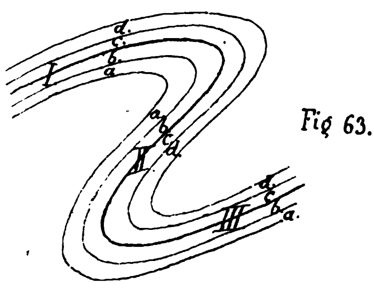


Fig 63.

Le flanc très-incliné ou renversé qui raccorde le pli creux au pli saillant est appelé:

Der stark geneigte oder umgekehrte Schenkel, welcher in der Mitte liegt und die vorspringende mit der hohlen Umbiegung verbindet, heisst:

(No. II Fig. 63)

f: flanc médian*, flanc renversé*
d: Mittelschenkel [291]), verkehrter Schenkel*
e: middle limb, common limb, partition [292]), reversed limb*.

Le flanc inférieur du pli synclinal, de nouvau normal, et servant de support à tout le reste, s'appelle:

Der unterste Schenkel der Falte, dessen Schichten wieder in normaler Reihenfolge übereinander liegen, und der alles übrige trägt, heisst:

(No. III Fig. 63)

f: flanc normal inférieur*, flanc normal du synclinal*
d: Muldenschenkel* [293]), unterer aufrechter Schenkel*.
e: trough limb, floor [294]).

Il va sans dire que lorsqu'il y a plusieurs plis placés côte à côte et disposés de même, le flanc inférieur d'un pli complet passe graduellement, du côté opposé à son flanc médian, au flanc supérieur du pli complet qui le suit immédiatement.

Selbstverständlich, wenn mehrere Falten von gleicher Form und Stellung dicht an einander sich reihen, so geht der Muldenschenkel der einen jeweilen unmittelbar in den Gewölbeschenkel der folgenden Falte über.



Fig. 64.

Pour les plis couchés on pourrait désigner la charnière anticlinale et la charnière synclinale par les mots de:

Bei den liegenden Falten könnte man einfach die Gewölbebiegung und die Muldenbiegung durch die Worte bezeichnen:

f: charnière supérieure* et charnière inférieure*
d: obere Umbiegung* und untere Umbiegung*
e: upper bend* and lower bend*

Quand les parties voisines de la charnière anticlinale d'un pli renversé ou couché ont disparu par érosion, ce qui reste du pli présente la forme de la lettre C: d'où l'expression souvent employée de couches en C [296])

Wenn die Schichtheile in der Umgebung der Gewölbebiegung durch Erosion verschwunden sind (seitlicher Luftsattel [295])) so hat der Rest der Falte die Form eines C und wird oft C-förmige Biegung [296]) genannt. Die

pour désigner cette disposition; on qualifie alors de dos du pli la partie renversée qui recouvre le synclinal.

Lorsque les plis sont très aigus, les noyaux anticlinaux ou synclinaux présentent parfois l'apparence d'un coin[298]) qui aurait été introduit violemment au milieu des couches environnantes. Cette désignation, fréquemment employée dans les Alpes, (contact du gneiss et du calcaire — Oberland bernois, etc.) est réservée aux cas où la stratification n'est plus observable.

umgekehrte Schichtreihe, welche dann die Muldenbiegung überdeckt, heisst dann der Rücken[297]) des C. Sind die Biegungen sehr spitz, so erhalten die Gewölbekerne und Muldenkerne die Gestalt von einem Keil[299]), der wie heftig zwischen die anderen Schichten hineingetrieben aussieht. Diese Bezeichnung, welche in den Alpen häufig angewendet wird (Contact von Gneiss und Kalk — Berner Oberland, etc.) wird für diejenigen Fälle reservirt, wo die Schichtung nicht mehr zu beobachten ist.

— b. —

Formes résultant du resserrement croissant des plis.

Les considérations qui précèdent ont trait aux rapports d'inclinaison du plan axial et du plan vertical, indépendamment des rapports d'inclinaison, ou de l'écart angulaire[300]), des deux flancs. Ceux-ci peuvent, lorsque les plis sont anticlinaux:

1) faire un angle ouvert vers le bas (cas habituel), ou bien

2) être parallèles (pli isoclinal[301]), ou enfin

3) faire un angle ouvert vers le haut (pli en éventail),

et inversement si les plis sont synclinaux.

Nous n'avons considéré jusqu'ici que le premier cas, les deux autres donnent lieu aux remarques suivantes.

Formenreihen, hervorgehend aus wachsender Zusammendrängung der Falten.

Die vorhergehenden Betrachtungen beziehen sich auf die Neigung der Axialebene zur Vertikalen, ohne Rücksicht auf die Neigung der Faltenschenkel untereinander. Diese letzteren können im Gewölbetheil:

1) Einen nach unten offenen Winkel mit einander bilden (gewöhnl. Falten).

2) miteinander parallel sein (isoklinale[301]) Falten).

3) Einen nach oben offenen Winkel (Fächer) bilden.

Das Umgekehrte findet statt für den Muldentheil der Falte.

Bisher haben wir nur den ersten Fall betrachtet. Die beiden folgenden sind:

2.)

f: pli isoclinal[302]), d: Isoclinalfalte[302]), e: isoclinal fold, isocline[303]) (subst.)

Les plis isoclinaux, d'après l'inclinaison de leur plan axial, peuvent être qualifiés de:

Aus der Kombination des isoklinalen Typus mit den durch die Stellung der Axialebene bedingten Formen gehen folgende Gestalten hervor:

Fig. 65 { f: pli isoclinal droit*
d: aufrechte Isoklinalfalte *
e: upright isoclinal fold*

Exemple: Val Camadra (Tessin, Suisse).

Fig. 66 { f: pli isoclinal renversé*
d: überkippte Isoklinalfalte, schiefe Isoklinalfalte *
e: isoclinal overfold *

Exemples très fréquents. | Beispiele sehr häufig.

Fig. 67 { f: pli (ou repli) isoclinal couché*
d: liegende Isoklinalfalte*
e: lying isoclinal overfold?

Exemples: Glärnisch (Baltzer), Silbern (Heim), Alpes Centrales.

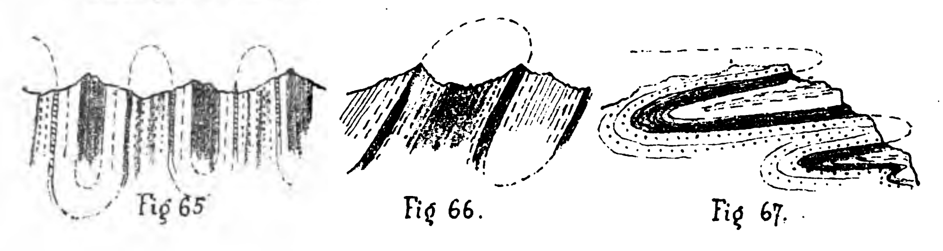


Fig 65 Fig 66. Fig 67.

3)

f: pli en éventail[304]
d: Fächerfalte[305]
e: fan-shaped fold } Fig. 68.

De même que la structure en éventail caractérise dans ce cas la partie ancienne *a*, de la série des terrains affectés, elle se répète en sens inverse pour les couches plus récentes *b*, de sorte que celles-ci présentent la disposition d'un éventail renversé[306]) s'ouvrant vers le bas.

In diesen Fällen ist die Fächerstructur nicht nur für den älteren Theil *a* des Schichtsystemes bezeichnend, sie wiederholt sich ebenso für den jüngeren Theil *b*, indem dieser einen umgekehrten nach unten offenen Fächer[307]) bildet.

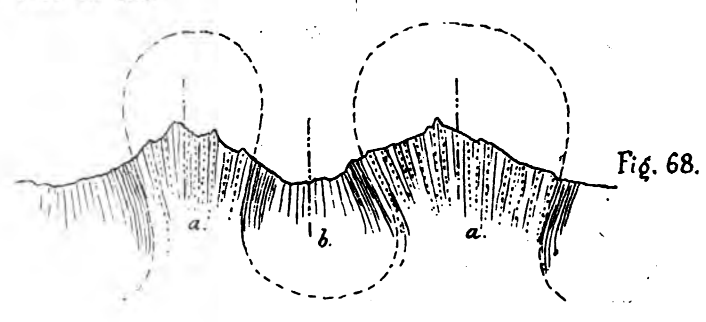


Fig. 68.

Le pli en éventail peut être défini: un pli à double renversement (anticlinal ou synclinal).

Il arrive souvent que la partie seule visible d'un synclinal en éventail (correspondant aux couches plus récentes) semble former un anticlinal dans le sens géometrique du mot en se présentant à l'état d'éventail renversé; et inversement pour l'anticlinal (les couches plus anciennes) semblant former un synclinal.

Suivant l'inclinaison de leur plan axial, on pourrait distinguer dans le groupe des plis en éventail les formes suivantes:

Die Fächerfalte kann auch in gewissem Sinne als Falte von doppelter (antiklinaler oder synklinaler) Lagerungsumkehr, als Doppelfalte[308]) charakterisirt werden.

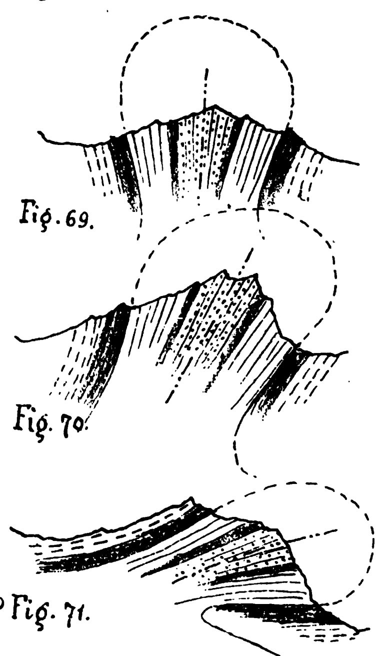
Bei der Fächerfaltung bildet die genetische Synclinale (die jüngere Schichtgruppe) eine Anticlinale im rein geometrischen Sinne des Wortes und stellt sich als ein umgekehrter Fächer dar. Andererseits ist die genetische Antiklinale (durch die ältere Schichtgruppe gebildet), zur geometrischen Synclinale geworden, die sich als nach oben geöffneten Fächer zu erkennen gibt.

Aus der Combination der Fächerstructur mit den Verschiedenheiten, welche durch die Neigung der Axialebene bedingt sind, ergeben sich die folgenden Formen:

f: pli en éventail droit*
d: aufrechte Fächerfalte*
e: upright fan-shaped fold*

f: pli en éventail oblique*
d: schiefe Fächerfalte*
e: fan-shaped overfold*

f: pli en éventail couché*
d: liegende Fächerfalte*
e: lying fan-shaped overfold*?



4.)

Si la compression de la base de l'éventail *a* (fig. 72) augmente jusqu'

Wenn die Basis des Fächers bei *a* Fig. 72 mehr und mehr zusammen-

à ce que l'épaisseur du noyau en ce point soit réduite à zéro, il y a alors séparation complète de la partie supérieure *b* d'avec la masse principale *c* de la roche correspondante.

gequetscht und endlich vollständig zerdrückt wird, wird der obere Theil *b* völlig abgetrennt von der Schichtmasse *c*, der er ursprünglich angehört hat.



Nous appellerons les parties de roches plus anciennes, enveloppées de cette manière par des roches plus récentes (*b* de la figure 73):

Wir nennen so abgetrennte Stücke älterer Schichten, von jüngeren ganz eingewickelt (*b* Fig. 73):

f: noyau anticlinal détaché par étranglement*
d: Abgequetschter Gewölbekern*
e: detached arch core*?

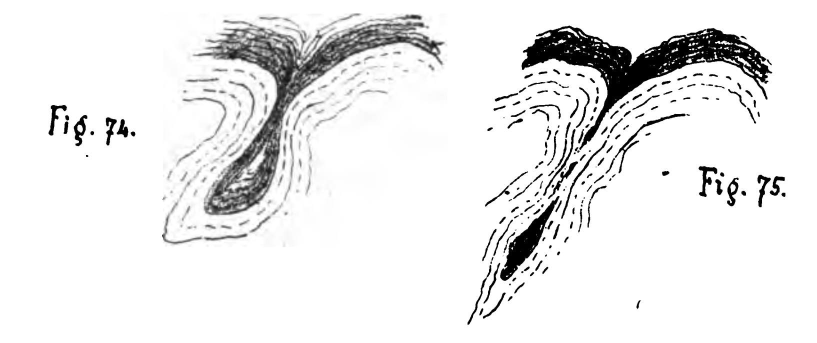
Des exemples de ce cas n'ont été observés jusqu' ici que sur une petite échelle:

Bis jetzt kennt man Beispiele dieser Art nur in kleinerem Masstabe:

Seewerkalk im Eocaen der Glarner Doppelfalte [309]), „Gneisskeile" im Jurakalk am Gstellihorn (Berneroberland [310]), Jurassische Klippen der Karpathen? [311])

De même le noyau d'un éventail renversé, c'est à dire les couches les plus récentes, peut se détacher en formant un coin séparé, enveloppé entièrement de couches plus anciennes.

So gut wie der Gewölbetheil einer Fächerfalte von der Basis abgequetscht werden kann, so gut geschieht dies auch mit dem Muldenfächer. Wir finden dann jüngere Schichtfetzen vollständig von ihresgleichen abgetrennt und von den älteren umhüllt.



Nous appelons ces parties de roches plus récentes enveloppées par des roches plus anciennes:

Wir nennen dann so abgetrennte Stücke jüngerer Schichten von den älteren umschlossen:

f: noyau synclinal détaché par étranglement*
d: Abgequetschter Muldenkern*
e: detached trough core*?
} Fig. 75

Exemples: Nummulitenkalk von Val Robi am Kistenpass (Graubünden[312]); Nummulitenkalk am Saasberg (Ct. Glarus)[313]), Jurakalk im Gneiss Roththal Jungfrau[314]).

Le plan axial de ces plis exagérés peut naturellement être droit, incliné ou couché. Entre le fragment détaché et la masse principale correspondante on trouve souvent des surfaces de glissement. — Il ne faut pas confondre avec ces noyaux détachés par étranglement ceux qui ont été simplement isolés par l'érosion[314]).

Es versteht sich von selbst, dass auch hier wieder die Axialebene aufrecht, geneigt oder liegend sein kann. Zwischen dem abgetrennten Fetzen und der Gesteinmasse, welcher er früher angehört hat, findet man oft Rutschflächen. — Diese abgequetschten Kerne sind sorgfältig von solchen zu unterscheiden, welche blos durch die Erosion abgetrennt worden sind[314]).

5.)

Un cas remarquable est encore à considérer, c'est celui qui se produit lorsqu'un pli est lui-même replié, soit lors d'une nouvelle période de plissement, soit directement dans la même période. C'est le:

Ein bemerkenswerther Fall tritt dann ein, wenn eine Falte wiederum gefaltet wird — sei es, dass eine neue Faltungsperiode herantritt, sei es, dass dies in der gleichen Periode direkt eintritt. So entsteht die:

f: pli replié*
d: Falte einer Falte[315]), gefaltete Falte, Einwicklung
e: refolded fold*[316]).

Dans ce cas les deux flancs presque parallèles d'un pli droit ou couché ont été plissés harmoniquement comme de simples couches en superposition régulière. Il en résulte que leur disposition apparente est inverse de leur disposition réelle, c'est à dire que les couches les plus récentes se trouvent enveloppées dans l'intérieur d'une voûte apparente tandis que les couches les plus anciennes semblent former le noyau d'un pli synclinal. Il y a à distinguer quatre cas:

In diesem Falle sind die beiden fast parallelen Schenkel einer aufrechten oder liegenden Falte harmonisch gebogen worden, als wären sie eine einfache Schichtreihe in regelmässiger Auflagerung. So kommt es, dass die Anordnung der Schichten gerade das Umgekehrte ihrer wirklichen Aufeinanderfolge wird, d. h. dass die jüngsten Schichten in den Kern eines Gewölbes eingewickelt erscheinen, während die ältesten Schichten den Kern einer Mulde bilden. Es gibt hierbei vier Fälle zu unterscheiden:

1) Un seul des flancs est replié. Si c'est le flanc normal supérieur ou inférieur d'un pli couché, il en resulte simplement des plis subordonnés; si au contraire c'est le flanc médian, il en resulte une forme très caractéristique (fig. 76).

1) Nur einer der Schenkel ist wiedergefaltet. Betrifft dies den Gewölbeschenkel oder Muldenschenkel, so erhalten wir einfach untergeordnete coordinirte Nebenfalten, betrifft der Vorgang aber den Mittelschenkel einer liegenden Falte, so entsteht eine sehr bezeichnende Gestalt (Fig. 76).

Exemple: Setterfurkeli am Panixerpass, Ct. Glarus (Heim[317]).

2) Deux des flancs d'un pli sont repliés. Si c'est le flanc médian et le flanc normal supérieur, la voûte est alors repliée (fig. 77).

2) Zwei Schenkel einer Falte sind wiedergefaltet. Ist dies der Mittelschenkel und der Gewölbeschenkel, so ist das ganze Gewölbe wiedergefaltet (Fig. 77).

Exemple: Brigelserhörner, Grisons (Heim[318]).

Si au contraire c'est le flanc médian et le flanc normal inférieur, le pli synclinal est replié (fig. 78).

Betrifft die Erscheinung hingegen den Mittelschenkel und den Muldenschenkel, so ist die ganze Mulde wiedergefaltet (Fig. 78).

Exemple: Grosser Axen, Vierwaldstätter-See (Heim[319]).

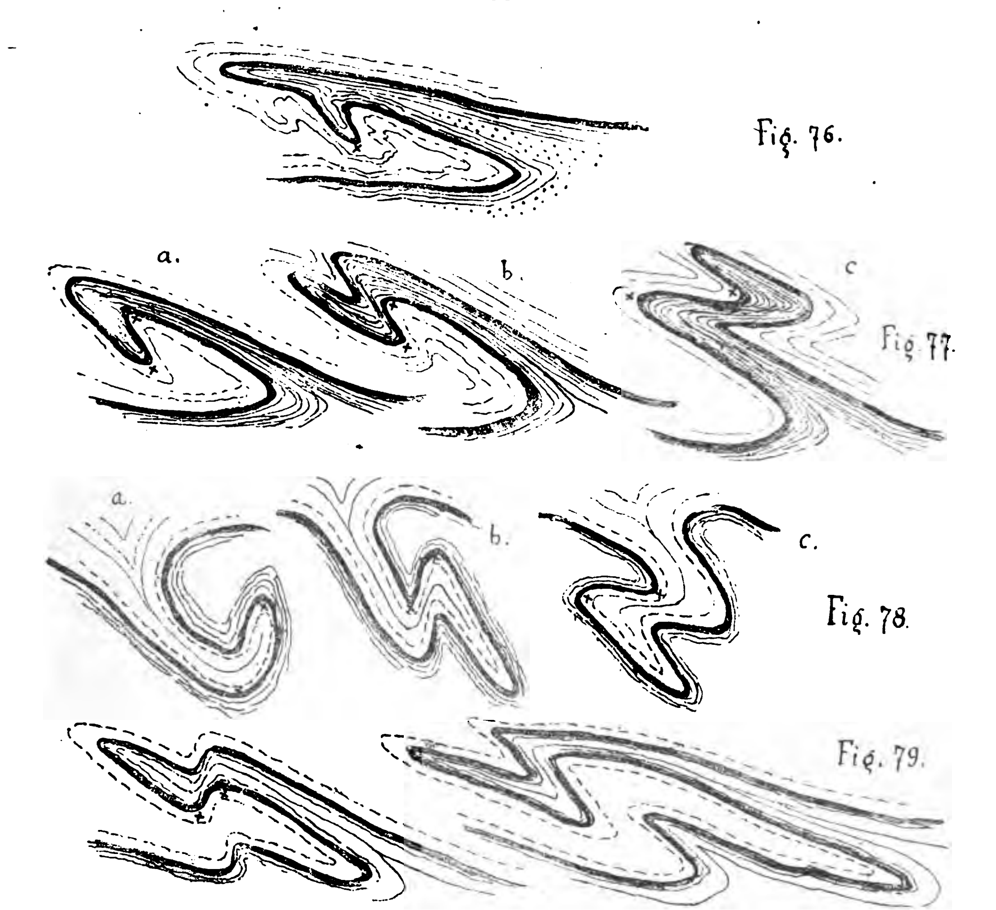
3) Si les trois flancs d'un pli sont à la fois repliés, l'ensemble du pli est replié d'une manière complète (fig. 79).

3) Sind alle drei Schenkel einer Falte wiedergefaltet, so ist die Falte in ihrer Gesammtheit wiedergefaltet (Fig. 79).

Exemple: Silbern, Ct. Glarus (Heim[319]).

Dans tout ces cas, il y a des parties du pli (× dans les figures) qui, considérées séparément, présentent une disposition contradictoire en apparence avec l'âge relatif des couches correspondantes; c'est à dire qu'il y a des voûtes dont le noyau est formé des couches les plus récentes, et des plis synclinaux dont le noyau est composé des couches les plus anciennes. On peut appeler ces noyaux des noyaux renversés*.

In allen diesen Fällen gibt es Stellen der Falten (× in den Figuren) wo, für sich allein betrachtet, Lagerung und relatives Alter der Schichten sich zu widersprechen scheinen, d. h. es gibt Mulden, deren Kern von den ältesten, und Gewölbe, deren Kern von den jüngsten Schichten gebildet werden. Man kann solche Kerne als eingewickelte oder umgekehrte Kerne* bezeichnen.


Fig. 76.
a.
b.
c
Fig. 77.
a.
b.
c.
Fig. 78.
Fig. 79.

B.

Des plis-failles.

Abstraction faite des plis en éventail et de leurs dérivés, nous n'avons considéré jusqu' ici que les plis où l'épaisseur des couches reste sensiblement égale à ce qu'elle était avant le plissement. Mais très souvent l'effet des dislocations se fait sentir jusque dans la structure intime des roches, de telle sorte que les différentes couches, et même les différentes parties d'une seule et même couche, subissent des déplacements relatifs. Ainsi se produisent des déformations ne pouvant évidemment s'effectuer que si les masses minérales sont douées d'une certaine plasticité. Il en résultera pour les couches, suivant la position des points considérés relativement aux forces en jeu dans les différentes parties d'un pli, un épaississement, ou au contraire un amincissement capable d'aboutir localement à la suppression complète d'une couche donnée.

Les variations que subit l'épaisseur des couches sont en relation régulière avec la forme des plis.

Le déplacement des particules dans l'intérieur des couches commence à se faire sentir dans chaque pli par un amincissement des flancs, un écou-

Von den Falten-Verwerfungen.

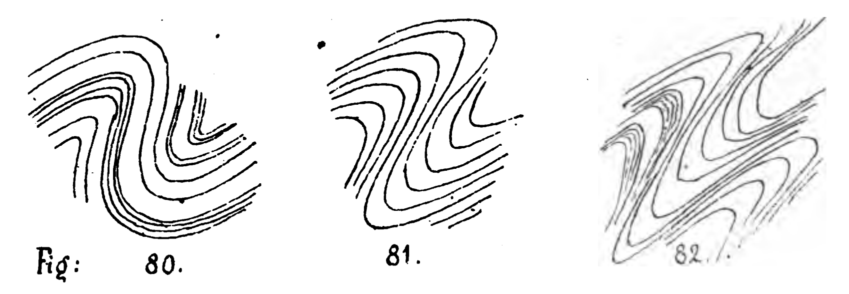
Bis jetzt haben wir mit einer Ausnahme (Fächerfalten und deren Abgeleitete) nur diejenigen Falten betrachtet, bei welchen die Mächtigkeit der Schichten ziemlich unverändert geblieben ist. Sehr oft aber greift zugleich die Dislocation bis in die innere Structur der Gesteine ein, so dass die Schichten aneinander und selbst die einzelnen Theile innerhalb einer Schicht gegeneinander verschoben werden. So geschehen Umformungen, welche sich im grossen Ganzen oft auch im Détail als plastische darstellen. Je nach der Lage der Schichten zu den an verschiedenen Stellen vorherrschenden Kräften werden daher Verdickungen (Stauungen) oder Verdünnungen entstehen, der letzte Vorgang kann sogar bis zur fast völligen localen Vernichtung der Schicht vorschreiten [320]).

Die Veränderungen in der Mächtigkeit der Schichten zeigen ein gesetzmässiges Verhalten zur Form der Falten.

Die Verstellung der Theilchen macht sich zunächst darin geltend, dass bei jeder Falte die Schenkel verdünnt werden, dass die Substanz ausweicht

lement vers les charnières synclinales et anticlinales, ce qui a pour conséquence un épaississement de celles-ci.

gegen die Umbiegungsscheitel hin und dass in Folge davon sich dort eine Verdickung einstellt.



Considérons un pli oblique ou renversé continuant à être soumis à l'action du refoulement latéral: la partie anticlinale de ce pli, flanc et noyau, tendra à s'avancer vers le haut et la partie synclinale, flanc et noyau, tendra au contraire à s'enfoncer vers le bas en sens inverse de la première. Par suite, le flanc médian ou renversé, étant comprimé entre deux masses dont le mouvement est en sens opposé, est forcé de s'étirer. Il en résulte d'abord un amincissement de ses couches (étranglement[321]), passant graduellement, à la limite, à une rupture complète. Les phases successivement traversées par ce pli (qui peuvent correspondre également à l'état finalement atteint par des plis différents) sont les suivantes:

Betrachten wir eine schiefe oder überliegende Falte, auf welche stetsfort der seitliche Zusammenschub wirkt: der Gewölbetheil, Schenkel wie Kern, wird höher hinauf und hinüber geschoben, der Muldentheil hingegen, Schenkel wie Kern, wird in der dem Gewölbetheil entgegengesetzten Richtung unter denselben hinabgeschoben. Der Mittelschenkel, eingeklemmt zwischen zwei in entgegengesetzter Richtung sich bewegenden Massen, wird ausgewalzt, gestreckt. Zunächst geht hieraus eine geringere Mächtigkeit seiner Schichten hervor; dann tritt allmälig Zerreissen einzelner Schichten und endlich totale Abtrennung ein. Die Stadien, welche diese Falte allmälig durchläuft, oder die verschiedenen Endstadien, bis zu welchen verschiedene Falten sich ausgebildet haben, sind:

1.)

f: pli ou repli à flancs d'épaisseur égale („pli normal" de beaucoup d'auteurs)[322]) } Fig. 80
d: Falte mit gleichdicken Schenkeln*
e: overfold with nearly equal limbs[323])

2.)

f: pli à flanc médian étiré*, pli étiré[324])
d: Falte mit gequetschtem (ausgezogenem, reducirtem, ausgewalztem) Mittelschenkel[325])
e: overfold with insignificant middle limb[326]) overfold with reduced middle limb*.
} Fig. 83

3.)

Un pli, où les couches renversées sont étirées jusqu' à se déchirer en lambeaux séparés par des surfaces de glissement, s'appelle:

Eine Falte, bei welcher einzelne der Schichten des umgekehrten Mittelschenkels in Fetzen auseinandergerissen, und dann von Rutschflächen begleitet sind, heisst:

f: pli à flanc renversé réduit en lambeaux* (lambeaux de poussée[327])
d: Falte mit fetzenförmigem Mittelschenkel*, Falte mit theilweise zerrissenem (auseinandergerissenem) Mittelschenkel*, Falte mit Mittelschenkelresten*
e: overfold with local relics of a middle limb[328]).
} Fig. 84

4.)

Un pli dont le flanc renversé n'est plus représenté que par un plan de glissement s'appelle:

Eine Falte, deren umgekehrter Mittelschenkel fast nur noch durch eine Rutschfläche vertreten ist, heisst:

f: pli-faille[329]), pli-faille-inverse*[330]), faille de plissement[331])
d: Faltenverwerfung[332]), Wechsel[333])
e: fold-fault (overfault)[334]), faulted overfold, reversed fold-fault*, [flexure broken or passing into faults, reversed fault along a folded anticlinal flexure][335])
} Fig. 85.

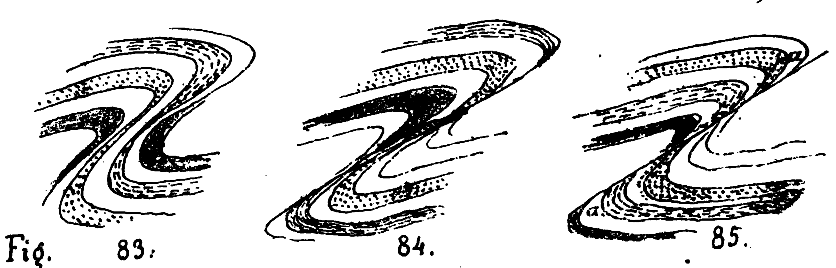


Fig. 83. 84. 85.

5.)

Si le plan de glissement devient de plus en plus couché et que le déplacement horizontal y soit très-notable, le contact des couches situées de part et d'autre ne se fait plus par leurs tranches, mais par

Wenn die Gleitfläche immer flacher zu liegen kommt, und die horizontale Verschiebung auf derselben sehr bedeutend wird, berühren sich manchmal die Schichten auf beiden Seiten derselben nicht mehr auf ihrem An-

leur plat, de manière à simuler parfois une superposition régulière. Il y a alors recouvrement des terrains plus récents par les terrains plus anciens; on désigne cette forme de dislocation par l'expression de:

schnitt, sondern mehr und mehr mit den Schichtflächen, so dass dadurch scheinbar eine regelmässige Ueberlagerung entsteht. Die jüngeren Schichten werden dann von den älteren überdeckt. Diese Formgruppe wird bezeichnet als:

f: chevauchement (en partie), chevauchement horizontal, faille chevauchée [336])
d: Ueberschiebung (zum Theil), Aufschiebung (zum Theil) [337]), Faltungsüberschiebung*, weite Faltenverwerfung, Wechsel (zum Theil)
e: overthrust [338]), thrust-plane [339]).



Exemples: „Glarner-Doppel-Falte“ (theilweise), Durness district (Ecosse, Scotland), „Grande faille“ ou „faille du midi“ du bassin houiller franco-belge [340]).

Suivant les parties de la coupe d'un chevauchement qu'on observe, les rapports d'inclinaison des couches de ses deux lèvres entre elles et avec le plan de glissement ne sont pas les mêmes, comme le montre la figure 86.

La partie *a* correspond à ce qu'on a appelé „chevauchement anticlinal“; là les couches de la lèvre supérieure seules sont presque parallèles au plan de glissement. La partie *b* correspond à un „chevauchement isoclinal“. Il y aurait encore à distinguer une troisième partie *c* où les rapports sont en sens inverse de ce qu'ils étaient dans le premier cas („chevauchement synclinal“) [341]).

La masse de recouvrement, située au dessus de la surface de glissement, occupe souvent une étendue considérable; l'érosion peut

Die gegenseitige Neigung der Schichten beiderseits einer Faltenverwerfung oder Ueberschiebung zu einander wie zur Ueberschiebungsfläche ist an den verschiedenen Stellen eines Schnittes durch eine solche ungleich, wie dies die Figur 86 zeigt.

Die Stelle bei *a* entspricht dem, was man antiklinale Ueberschiebung nennen könnte; dort sind blos die Schichten des überschobenen Theiles der Gleitfläche fast parallel. Die Stelle bei *b* entspricht einer isoklinalen Ueberschiebung. Es bliebe noch ein dritter Ort zu unterscheiden wo, wie bei *c* der Figur, die Verhältnisse das Umgekehrte von *a* sind (synklinale Ueberschiebung).

Die überschobene Gebirgsmasse, welche über der Gleitfläche liegt, kann eine bedeutende Ausdehnung haben; die Erosion kann sie dann in

la découper ensuite en fragments, à la manière de couches en superposition régulière, en ne laissant subsister que des lambeaux de recouvrement plus ou moins nombreux ou discontinus[342].

Les dislocations, lorsqu'elles arrivent à la rupture accompagnée de glissement, peuvent donner à des couches primitivement parallèles une inclinaison, et parfois même une direction différente. Cette disposition pourrait quelquefois être interprétée dans le sens d'une discordance originelle de dépôt, si l'on ne connaissait pas l'ordre de succession des couches et la structure générale de la région considérée. On l'appelle:

Stücke zertrennen, ganz nach Art von Schichten einer regelmässigen Aufeinanderfolge, so dass dann nur noch mehr oder weniger zahlreiche unzusammenhängende aufgeschobene Lappen bleiben.

Wenn die Dislocationen bis zum Bruch verbunden mit Verschiebung vorschreiten, so können dadurch ursprünglich parallele Schichten eine ungleiche Neigung und sogar ein ungleiches Streichen erhalten. Diese Lagerung ist manchmal mit einer ursprünglichen Discordanz in der Ablagerung der einen Schichtgruppe zu verwechseln, wenn man die Schichtfolge und den gesammten tektonischen Charakter der betreffenden Region nicht genügend kennt. Wir bezeichnen sie als:

f: discordance apparente par dislocation postérieure* [lignes (surfaces) de contact mécanique[343])]

d: Discordanz durch spätere Dislocation, mechanische Contactflächen[343]).

Ce phénomène n'est pas spécial aux plis-failles, mais peut résulter plus généralement de toute dislocation accompagnée de rupture.

C'est à la catégorie des plis-failles inverses qu'appartiennent la plupart des dislocations qui ont été décrites comme failles dans les régions de plissement. Ces prétendues failles manifestent en effet les rapports les plus étroits dans leurs allures avec la direction et la disposition des plis, et l'ensemble de leurs caractères ne permet point de les confondre avec les véritables failles des pays de fracture, lesquelles résultent, ainsi que nous l'avons vu dans la première partie, de mouvements bien différents et d'une nature beaucoup plus simple.

Diese Erscheinung ist übrigens keineswegs blos an die Faltenverwerfungen gebunden, sie kann vielmehr aus jeder Dislocation hervorgehen, welche mit einem Zerreissen von Schichten verbunden ist.

Die grosse Mehrzahl der aus gefalteten Regionen beschriebenen „Verwerfungen“ gehören in die Kategorie der Faltenverwerfungen. Diese vermeintlichen „Verwerfungen“ zeigen thatsächlich in ihrer Anordnung die engsten Beziehungen zu den Falten, und die Gesammtheit ihres Charakters lässt sie nicht mit den ächten Verwerfungen verwechseln, welche den Bruchregionen eigen sind und aus ganz anderen viel einfacheren Bewegungen hervorgehen, wie wir dies im ersten Theile gezeigt haben.

Dans l'application, il peut arriver que l'on soit embarrassé de décider si une dislocation doit être considérée simplement comme une faille inverse ou bien comme un pli-faille inverse.

On peut remarquer à cet égard que:

1.) Les plis-failles inverses se trouvent dans des régions plissées, accompagnés d'autres phénomènes manifestant une compression horizontale énergique (plis parallèles disposés d'une manière harmonique, plissement intime des couches, schistosité, etc.). Ils sont toujours dirigés comme les plis sans rupture du voisinage auxquels on les voit souvent passer longitudinalement; tandis que les vraies failles inverses n'ont pas de rapports avec les plissements.

2.) Les plis-failles inverses sont bien plus fréquents que les failles inverses proprement dites, lesquelles ne sont ordinairement que de petits accidents locaux atteignant rarement des dimensions considérables.

3.) Dans les plis-failles, les couches de l'une des lèvres apparaissent souvent recourbées au voisinage immédiat de la fracture (fig. 85) vers les couches correspondantes de l'autre lèvre; cela a lieu tantôt pour une seule lèvre, tantôt pour les deux à la fois. Bien que dans certains cas ce phénomène puisse être difficile à distinguer du retroussement des couches aux bords de failles produites immédiatement par fracture, les preuves de compression et d'étirement sont en général trop nombreuses pour que cette confusion soit possible. Si l'on laisse de côté cette partie recour-

In der Anwendung kann es schwierig werden, zu entscheiden, ob man es mit einer umgekehrten ächten Verwerfung oder mit einer Faltenverwerfung (Faltungsüberschiebungen) zu thun hat.

Es kommt zur Unterscheidung in Betracht:

1.) Die Faltungsüberschiebungen finden sich in Faltenregionen, begleitet von anderen Erscheinungen, welche eine hochgradige horizontale Zusammenpressung beweisen, wie Fältelung, harmonische Nebenfalten, Transversalschieferung etc. Sie haben immer die gleiche Streichrichtung wie die ungebrochenen Falten der Umgebung, in welche sie auch häufig übergehen, während die reinen Aufschiebungen keine Beziehungen zu den Faltungen zeigen.

2.) Die Faltenverwerfungen sind viel häufiger als die ächten umgekehrten Verwerfungen; diese letzteren sind meistens nur lokale, im Ganzen untergeordnete Vorgänge und nur sehr selten von bedeutenden Dimensionen.

3.) Bei der Faltenverwerfung sind sehr oft die Schichten am Rande in der unmittelbaren Nähe der Gleitfläche umgebogen (fig. 85) gegen die entsprechenden Schichten des gegenüberstehenden Faltentheiles hin. Bald ist dies blos auf der einen, bald auf beiden Seiten der Ueberschiebungsfläche zu sehen. Man sieht leicht ein, dass in manchen Fällen diese Erscheinung schwer von der sogenannten „Schleppung" der Ränder einer wirklichen durch unmittelbaren Bruch entstandenen Verwerfung zu unterscheiden ist. Wenn man von diesem umgebogenen Theile absieht, so ist bei

bée, qui souvent d'ailleurs n'existe plus, on peut remarquer que, dans un pli-faille inverse le plan de la fracture plonge toujours dans le même sens que les couches situées de part et d'autre, mais avec une inclinaison plus forte, relation qui n'est pas nécessaire dans le cas d'une faille inverse [344]) (fig. 86).

den Faltungsüberschiebungen stets die Bruchfläche steiler, aber in gleichem Sinne wie die Schichten beiderseits, geneigt [344]) (Fig. 86), was bei den reinen Aufschiebungen (ohne Faltung erzeugt) nicht nothwendig der Fall ist. Ausserdem sind die Beweise für Quetschung und Dehnung meistens in Begleitung der Faltenüberschiebungen so zahlreich und deutlich, dass ein Verkennen kaum möglich ist.

C.

Des décrochements horizontaux

(ou transversaux.)
(Déplacement horizontal inégal de deux massifs, de part et d'autre d'un plan vertical).

Dans les régions plissées on observe assez souvent un mode particulier de déplacement des deux lèvres de certaines fractures, lesquelles diffèrent essentiellement des failles proprement dites; dans les unes comme dans les autres, il est vrai, le plan de fracture est ordinairement vertical ou à peu près; seulement tandis que dans les failles proprement dites le mouvement relatif s'effectue dans le sens vertical, ici il a lieu dans le sens horizontal, comme le prouvent la présence de stries, peu inclinées sur l'horizon, à la surface des deux lèvres de la fracture, et surtout le déplacement relatif souvent considérable, en plan, des deux massifs correspondants situés de part et d'autre.

La direction de ces dislocations est habituellement perpendiculaire à celle des plis qu'elles traversent. Ces plis sont alors découpés en tronçons, dont la séparation peut arriver à être si complète, qu'on voie une chaîne cesser brusquement et reparaître plus loin à une distance plus on moins grande, d'une manière également inopinée.

Transversale Horizontalverschiebungen.

(„Blätter")
(ungleiche horizontale Verschiebung zweier Schollen längs einer steilen Trennungsebene).

In den gefalteten Regionen der Erdrinde beobachtet man nicht selten einen Typus der Verschiebung längs eines Bruches, welcher sich von den eigentlichen Verwerfungen wesentlich unterscheidet; dort wie hier ist die Bruchfläche meistens ganz steil gestellt, allein während bei den eigentlichen Verwerfungen die Vertikalbewegung vorherrscht, hat sich hier eine horizontale Bewegung geltend gemacht, welche sich durch mehr oder weniger horizontale Rutschstreifen auf der steilen Bruchfläche und durch eine oft bedeutende horizontale Verschiebung der beiderseits des Bruches sich entsprechenden Theile zu erkennen gibt.

Diese Horizontalverschiebungen auf steilen Brüchen gehen in der Regel quer durch die Falten. Die letzteren sind manchmal dadurch in Stücke zerschnitten, welche sogar soweit verschoben sein können, dass man eine Bergkette plötzlich abgebrochen sieht, während das verschobene Stück an anderer Stelle ebenso unvermittelt anhebt.

La figure suivante représente, en plan, la disposition qui est la conséquence de ce phénomène:

Im Grundriss gesehen stellt sich diese Erscheinung wie folgt dar:

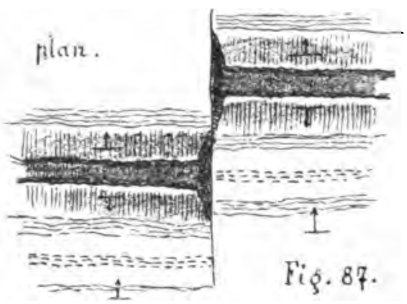


Fig. 87.

On peut donner à ces déplacements horizontaux dans un sens perpendiculaire à la direction des couches le nom générique de:

Diese zur Faltung quer gerichtete Horizontalverschiebung heisst:

f: décrochement horizontal*[345]) ou transversal
d: Transversale Horizontalverschiebung*, Blatt[346])
e: heave[347]).

Distinction des décrochements horizontaux (transversaux) et des failles transversales ordinaires.

Lorsqu' une faille verticale ordinaire (*a b d* fig. 88), dont le rejet vertical est égal à *l m*, traverse à angle droit des couches uniformément inclinées, et qu'en même temps la surface du sol *e f g h* est sensiblement horizontale, la faille produit un rejet latéral des couches (*i k* fig. 88), qu'on pourrait être tenté au premier abord d'attribuer à un mouvement réellement effectué dans le sens horizontal.

Unterscheidung der transversalen Horizontalverschiebung von den gewöhnlichen Querverwerfungen.

Wenn eine vertikale gewöhnliche Verwerfung (*a b d* Fig. 88) von der Sprunghöhe *l m* einheitlich geneigte Schichten quer durchsetzt, und zugleich die Bodenoberfläche *e f g h* ziemlich horizontal ist, erzeugt die Verwerfung an der Oberfläche ebenfalls eine horizontale Lateralverschiebung der Schichten (*i k* Fig. 88) die man auf den ersten Blick versucht sein könnte, einer horizontalen Bewegung zuzuschreiben.

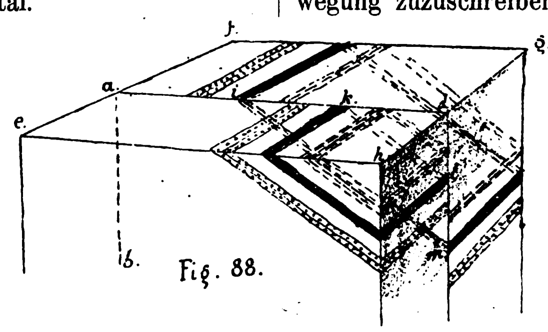


Fig. 88.

f: rejet horizontal latéral*
d: scheinbare horizontale Verschiebung, Seitenverschiebung
e: (apparent) horizontal displacement[348]), (apparent) lateral shift[349]).
} *i k* Fig. 88.

Cet effet résulte de ce que les deux lignes d'affleurement d'une même couche, situées de chaque côté de la faille, ne sont pas réellement le prolongement latéral direct l'une de l'autre: par suite du rejet vertical de la faille, une même ligne de direction de ces couches inclinées se trouve séparée en deux parties portées à une hauteur inégale: l'affleurement se trouve donc reculé d'un côté et avancé de l'autre jusqu'à ce que la différence d'altitude soit regagnée. Il est facile de voir que le déplacement horizontal apparent augmente avec le rejet vertical de la faille et diminue à mesure que l'inclinaison des couches s'accroît. Il devient nul lorsque celles-ci sont verticales[350]).

Si la surface du sol n'est pas horizontale ou si le plan de faille est dirigé obliquement à la direction des couches, les apparences produites sont moins simples, mais tendent toujours vers celles qui viennent d'être indiquées.

La difficulté qu'il peut y avoir parfois à distinguer une faille d'un décrochement horizontal disparaît, si les couches affectées par une de ces dislocations ne sont pas inclinées partout dans le même sens. Par le décrochement horizontal (fig. 90) tout devra se trouver également rejeté du même côté,

Diese Wirkung rührt davon her, dass die beiden Linien, auf welchen die gleiche Schicht beiderseits der Verwerfung zu Tage tritt, nicht die wirkliche direkte Verlängerung von einander sind: In Folge der vertikalen Sprunghöhe der Verwerfung wird eine bestimmte Streichlinie einer geneigten Schicht in zwei Stücke getheilt, welche ungleich hoch zu stehen kommen. Das Ausgehende der betreffenden Schicht ist deshalb so weit vorgeschoben auf der einen Seite oder zurückgebracht auf der andern bis die Höhendifferenz durch die Schiefe der Schicht wieder zurückerobert ist. Man sieht leicht ein, dass die scheinbare horizontale Verschiebung mit der Sprunghöhe der wirklichen vertikalen Verwerfung zu- und mit der Neigung der davon betroffenen Schichten abnimmt. Sie verschwindet wenn die Schichten vertikal werden[350]).

Ist die Bodenoberfläche nicht horizontal und die Verwerfungsfläche nicht genau transversal zur Streichrichtung der Schichten gestellt, so wird die scheinbare Wirkung etwas weniger einfach als oben dargestellt, doch bleibt sie stets dem einfachen Fall mehr oder weniger angenähert.

Die Schwierigkeit, eine vertikale Querverwerfung (Verwerfung) von einer horizontalen Transversalverschiebung („Blatt") zu unterscheiden, fällt sofort weg, wenn die davon betroffenen Schichten in ihrer Einfallsrichtung wechseln. Durch eine transversale Horizontalverschiebung (Fig.

en masse, et quel que soit le sens de l'inclinaison des couches, même les axes des plis, tandis que s'il y a une faille ordinaire (fig. 89) le rejet horizontal apparent change de sens avec l'inclinaison des couches (comparer fig. 89 et 90).

90) wird alles in gleichem Sinne verschoben, was immer die Fallrichtung der Schichten sei. Auch die Faltenaxen werden davon betroffen. Bei der gewöhnlichen Verwerfung (Fig. 89) hingegen wechselt der Sinn der scheinbaren Horizontalverschiebung mit der Fallrichtung der Schichten (Fig. 89 und 90 zu vergleichen).

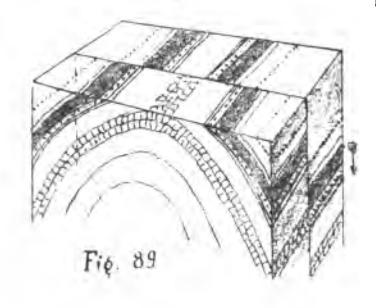


Fig. 89

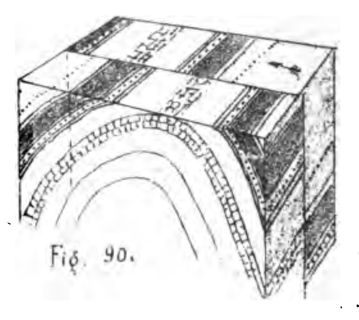


Fig. 90.

Modifications diverses du type simple des décrochements horizontaux.

Le déplacement horizontal inégal de deux parties contiguës de l'écorce terrestre ne se manifeste pas forcément par une fracture brusque; il peut être ménagé au contraire par une inflexion plus ou moins graduelle, partiellement accompagnée de rupture ou même entièrement continue. Ces modifications conduisent à l'établissement des types suivants:

Modificationen des Normaltypus der transversalen Horizontalverschiebung.

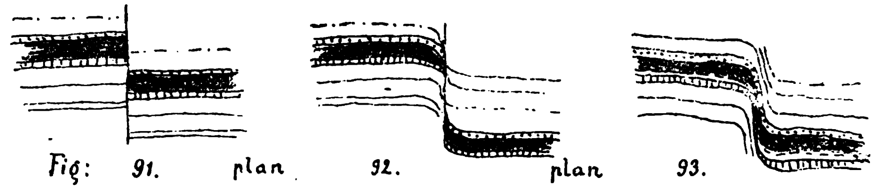
Die ungleiche horizontale Verstellung zweier benachbarter Schollen der Erdrinde kann auch statt durch scharfen Bruch durch eine mehr oder weniger scharfe Umbiegung, ein theilweises Anschmiegen der Schichten mit nur unvollständigem Bruch oder gar durch ganz zusammenhängende Umbiegung vermittelt werden. Daraus gehen folgende Dislocationsformen hervor:

1.) f: décrochement brusque par fracture*, décrochement proprement dit
d: Bruchblatt*, scharfes Blatt, horizontale Bruchverschiebung*
(en plan Fig. 91 im Grundriss).

2.) f: décrochement par fracture imparfaite*, décrochement avec retroussement horizontal*, décrochement avec déviation partielle des lèvres*
d: Blatt mit horizontaler Schleppung*, Schleppblatt*, transversale Horizontalverschiebung mit Schleppung*
(en plan Fig. 92 im Grundriss).

3.) f: décrochement sans fracture*, décrochement par inflexion*
d: Flexurblatt*, Horizontalflexur, Schiebungsflexur (im Gegensatz zu Senkungsflexur)[351])

(en plan Fig. 93 im Grundriss).



Suivant les points d'une même ligne de décrochement que l'on considère, la valeur du déplacement horizontal relatif peut changer et finir par devenir nulle; le point correspondant sera alors la naissance du décrochement.

Auf den verschiedenen Stellen derselben Blattlinie, die man beobachtet, kann der Betrag der relativen Horizontalverschiebung beider Seiten sich verändern und endlich Null werden. Diese Stelle wird dann als der Ursprung des Blattes (der Horizontalverschiebung) bezeichnet.

En même temps la forme de la dislocation se modifie longitudinalement, de telle sorte qu'elle reçoit successivement l'un ou l'autre des aspects indiqués plus haut.

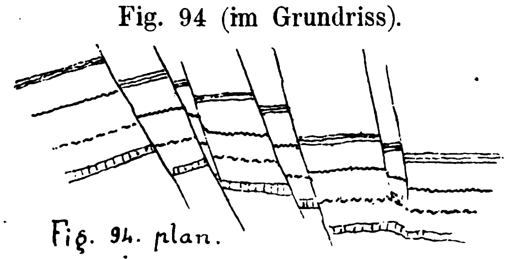
Gleichzeitig kann im Verlauf derselben Verschiebungslinie auch die Form der Dislocation sich ändern nach den oben (Fig. 91—93) angegebenen Typen.

De même que les failles proprement dites, les décrochements peuvent encore être simples ou composés; c'est-à-dire que leur effet total peut se répartir entre un nombre plus ou moins grand de dislocations subordonnées parallèles ou disposées en faisceau resserré.

Wie die ächten Verwerfungen, so können auch die Horizontalverschiebungen einfach oder zusammengesetzt sein, d. h. der Gesammtbetrag einer solchen kann sich vertheilen auf eine kleinere oder grössere Zahl untergeordneter paralleler oder büschelförmig gestellter Dislocationen:

d: Blätterbündel*, Staffelverschiebungen, Staffelblätter[352])

Fig. 94 (im Grundriss).



Les décrochements simples ou composés se réunissent en groupes, ordinairement subordonnés eux-mêmes

Die Horizontalverschiebungen, seien sie einfach oder zusammengesetzt, treten in Gruppen oder Systemen auf,

au système de plis qu'ils traversent. Ils sont évidemment dûs à l'inégalité du refoulement latéral dans des régions voisines. Ils coïncident souvent en position avec des lignes de part et d'autre desquelles la direction des plis change.

welche meistens selbst den Faltungssystemen untergeordnet sind, die davon durchquert werden. Sie rühren offenbar her von den Ungleichheiten des Horizontalschubes in benachbarten Gebieten. Nicht selten fallen sie mit Linien zusammen, auf welchen die Streichrichtung der Falten ändert.

D.

Dimensions et rapports mutuels des plis et plis-failles.

1. Dimensions.

a. Dimensions des plis considérés isolément.

Outre la hauteur *h* du sommet d'un pli au dessus de sa base et la longueur déjà définie de ce pli il faut encore considérer sa largeur de base *b c*. Elle est égale à la distance horizontale des deux points les plus déprimés d'une même couche de part et d'autre du pli, et compris dans un même plan de coupe transversale (fig. 95). Si le pli est renversé la projection horizontale du flanc médian renversé d_1 a_1 est nommée largeur du renversement*; la largeur totale (a_1 b_1 fig. 96) du pli est alors égale à la projection horizontale du flanc normal supérieur. La largeur de base est représentée par la ligne b_1 c_1 de la fig. 96.

Grösse und gegenseitige Beziehungen der Falten und Faltenverwerfungen.

1. Grössenverhältnisse.

a. Grösse einer Falte für sich betrachtet.

Ausser der Höhe *h* des Scheitels einer Falte über ihrer Basis und ihrer Länge, welche wir schon definirt haben, ist noch die Basisbreite *b c* anzugeben. Dieselbe ist gleich der horizontalen Distanz der beidseitigen tiefsten Punkte einer bestimmten Schicht in einem bestimmten Querschnitt (Fig. 95). Ist die Falte übergelegt, so ist ihre Totalbreite a_1 b_1 (Fig. 96) gleich der horizontalen Projection des Gewölbetheiles. Die horizontale Projection des umgekehrten Mittelschenkels d_1 a_1 heisst dann Breite der Ueberfaltung, der Einfaltung, oder „Betrag der Einbiegung“ [353]), die Basisbreite hingegen ist die Distanz b_1 c_1 von Fig. 96.

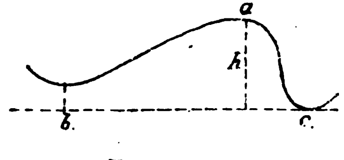


Fig. 95.

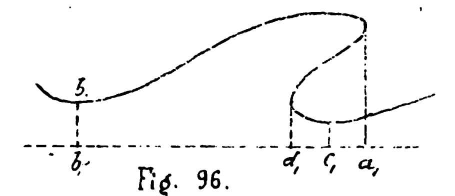
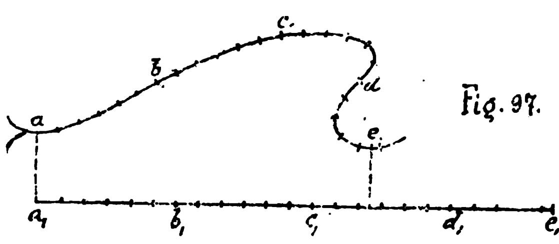


Fig. 96.

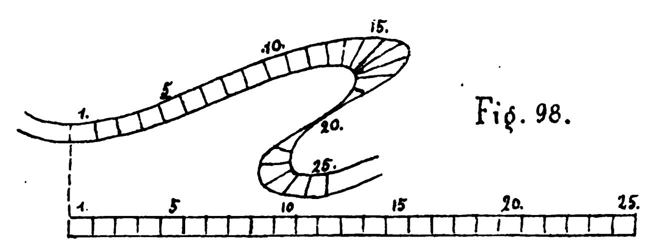
La largeur développée d'un pli a b c d e ou a_1 b_1 c_1 d_1 e_1 fig. 97 est égale à la longueur de la ligne représentant dans une coupe transversale de ce pli la trace d'une seule et même couche.

Die abgewickelte Breite einer Falte a b c d e gleich a_1 b_1 c_1 d_1 e_1 in Fig. 97 ist gleich der absoluten Länge der Querschnittlinie einer Schicht wenn diese, gerade gestreckt gedacht, gemessen wird.



En cherchant à évaluer cette longueur développée ou primitive des couches dans une coupe donnée, il faut avoir soin de tenir compte des étirements et des glissements, pour ne pas arriver à un chiffre trop élevé; d'autre part si l'on négligeait les racourcissements coïncidant avec l'épaississement local des couches, le chiffre obtenu serait trop faible[354]) (fig. 98).

Wenn in einem gegebenen Falle die abgewickelte (ursprüngliche) Breite der Schichten gefunden werden soll, sind einerseits die Streckung und die Verschiebung auf Rutschflächen, andererseits die Stauungen, welche sich in den lokalen Verdickungen der Schichten an den Biegungsscheiteln zu erkennen geben, sorgfältig in Rechnung zu ziehen, um nicht eine zu hohe, respective zu niedrige Zahl zu finden[354]) (Fig. 98).



La différence entre cette largeur développée et la largeur actuelle de la base d'un pli donné est la mesure de ce qui a été absorbé par le refoulement latéral. C'est ce qu'on peut appeler la valeur absolue de la compression horizontale.

Le rapport de la largeur actuelle de la base à la largeur développée d'un pli représente la valeur relative de la compression[355]).

Der Unterschied zwischen der abgewickelten Breite und der jetzigen Basisbreite einer Falte ist das Mass für das, was durch den Seitenschub absorbirt worden ist. Diesen Betrag nennen wir den absoluten Zusammenschub.

Das Verhältniss der jetzigen Basisbreite zur abgewickelten Breite einer Falte ist das Mass für den relativen Zusammenschub[355]).

b.

Dimensions relatives des plis.

Les dimensions des différents plis et plis-failles ou leur amplitude (grandeur) sont extrêmement variables. Il y en a qui ne sont visibles que sous le microscope, tandis que d'autres atteignent des proportions telles que les plus hautes montagnes actuelles n'en représentent que des restes sculptés par l'érosion. En général, dans les zones plissées où les terrains se succèdent en concordance de stratification, les différentes couches manifestent une tendance au plissement harmonique [356] (fig. 99), c'est-à-dire conservent leur parallélisme mutuel même dans les parties où leur inclinaison change de sens. Cependant si elles présentent entre elles une inégalité notable de résistance (fig. 100) ou si, grâce à des différences de position (noyau et parties extérieures d'un pli), elles sont inégalement affectées par le refoulement (fig. 101), le schéma du plissement dans les différentes couches change de forme.

Vergleichsweise Grösse verschiedener Falten.

Die Grösse der verschiedenen Falten und Faltenverwerfungen ist sehr ungleich. Es gibt solche, die nur unter dem Mikroskope sichtbar sind, andererseits sind die höchsten Berge der Erde oft nur ein durch die Verwitterung herausgeschnittener Rest einer einzigen Falte. Im Allgemeinen findet man in den gefalteten Zonen der Erdrinde, wenn keine Discordanzen da sind, eine Tendenz zur harmonischen Faltung der verschiedenen übereinanderliegenden Schichten [356]) (Fig. 99), d. h. diese letzteren behalten so viel als möglich ihren gegenseitigen Parallelismus auch da bei, wo die Krümmung ihren Sinn ändert. Wenn hingegen die Schichten unter sich sehr ungleiche Festigkeit haben (Fig. 100), oder wenn sie in Folge ungleicher Lage (wie z. B. im Kern oder in den äusseren Theilen einer Falte) verschieden stark vom Zusammenschub beeinflusst werden (Fig. 101), so kann die Gestalt der Biegungen von einer Schicht zu den folgenden sich verändern.

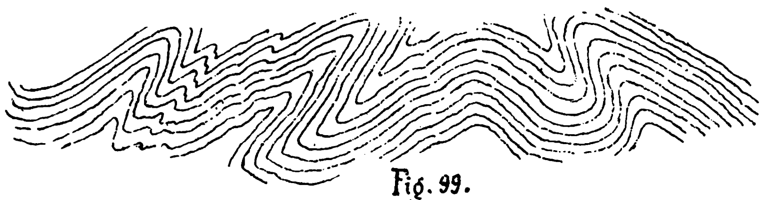


Fig. 99.

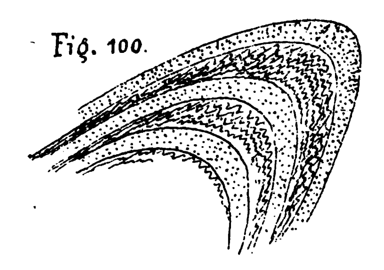


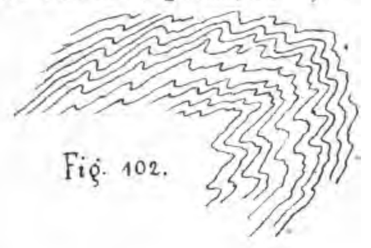
Fig. 100.

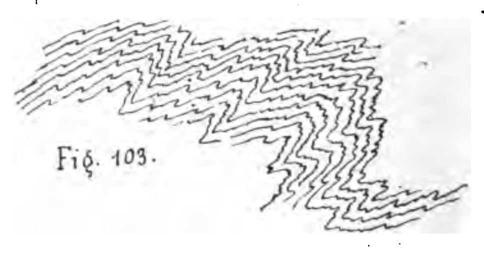


Fig. 101.

Un cas assez fréquent consiste dans la formation de nombreux petits plis accessoires, subordonnés à des plis d'une plus grande amplitude [357]. A l'intérieur d'un même pli cela peut se répéter plusieurs fois de telle sorte qu'on ait à distinguer des plis de premier ordre ou principaux, des plis de second ordre (secondaires, locaux) (fig. 102) — et ainsi de suite (fig. 103) jusqu'aux contournements dont le rayon de courbure n'est plus que de quelques millimètres ou même moindre encore, comme dans le cas des couches gaufrées [358].

Ein ziemlich häufiger Fall besteht in der Ausbildung zahlreicher kleiner accessorischer Falten innerhalb des weiteren Linienzuges einer grösseren Falte [357]. Diese Fältelung innerhalb der Falte kann selbst sich mehrere Male wiederholen, so dass wir unterscheiden: Falten erster Ordnung, Hauptfalten — Falten zweiter Ordnung, Nebenfalten, Specialfalten [359], (Fig. 102) und so weiter (Fig. 103), bis zur inneren Fältelung (oder Kräuselung, Runzelung) der Schichten (die selbst wieder von verschiedener Ordnung sein kann) [360].


Fig. 102.


Fig. 103.

2.

Distribution horizontale des plis et plis-failles.

En longeant les arêtes anticlinales et synclinales d'une région plissée, on trouve que les plis peuvent se serrer en faisceau ou s'écarter, converger ou diverger, continuer en ligne droite ou se courber, se bifurquer ou se confondre, augmenter ou diminuer d'amplitude et disparaître. Si des plis dirigés d'une manière différente viennent à se rencontrer, ils peuvent devenir graduellement parallèles, ou changer brusquement de direction, ou bien l'un peut disparaitre à la rencontre de l'autre et recommencer de l'autre côté,

Horizontale Vertheilung der Falten u. Faltenverwerfungen.

Verfolgt man die Gewölbelinien und Muldenlinien einer gefalteten Region im Grundriss, so findet man, dass sich die Falten bald zusammendrängen, schaaren (Schaarung der Falten [361]), bald zerstreuen, dass sie convergiren oder divergiren (Virgation [362]), geradlinig laufen oder sich umkrümmen, sich verzweigen oder verschmelzen, sich verstärken oder abschwächen und endigen. Wenn Falten von verschiedener Richtung sich nähern, so können sie, umkrümmend, in ihrer Richtung aneinander sich anschmiegen, oder die Richtung plötzlich

mais les plis ne paraissent jamais se croiser directement[363]).

Les plis se groupent en systèmes régionaux, caractérisés par une certaine unité dans leurs allures, leur âge relatif et leur direction. Les systèmes régionaux de plis, tels que le Jura, les Alpes, les Apennins, ne sont souvent eux-mêmes que des membres de systèmes de dislocations d'un ordre plus élevé comme par exemple le grand système qui traverse de l'Ouest à l'Est l'Europe et l'Asie.

ändern, oder die eine hört vor Berührung mit der andern auf (setzt aus) und beginnt auf der anderen Seite auf's neue, aber Falten können sich nicht einfach durchkreuzen[363]).

Die Falten gruppiren sich in Regionalsysteme, welche durch eine gewisse Einheit in Alter, Gestalt, Richtung und örtlicher Schaarung charakterisirt sind. Die Regionalfaltensysteme wie z. B. der Jura, die Alpen, die Apenninen, sind oft selbst wieder nur die Glieder von Dislocationssystemen einer weit höheren Ordnung wie z. B. des grossen West-Ostsystemes von Europa und Asien.

3.

Sens relatif du déjettement des plis.

Le sens du déjettement des plis ne dépend pas directement du sens dans lequel a lieu le déplacement de la partie de l'écorce terrestre, considérée relativement à ses coordonnées géographiques antérieures sur la sphère. Il dépend de différentes circonstances locales. Ainsi, si les deux bases opposées sont à une hauteur inégale, il y a naturellement tendance au déjettement du pli du côté le plus bas[364]).

Richtung der Ueberschiebung.

(Neigung der Falten.)

Der Sinn, in welchem eine Falte geneigt oder überschoben ist, hängt nicht direct von der absoluten geographischen Richtung des einseitigen Schubes in diesem Stück Erdrinde ab. Verschiedene lokale Umstände bedingen die Richtung der Faltenneigung. Wenn z. B. die Basis beiderseits einer beginnenden Falte ungleich hoch ist, so ist die Falte geneigt, sich nach der tieferen Seite überzulegen[364]).

a.

Déjettement dans le même sens.

Quand les plis d'une région ne sont plus droits, on observe que le plus grand nombre d'entre eux sont déjetés dans le même sens.

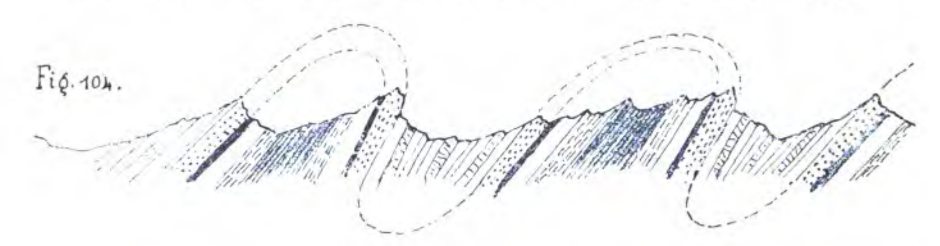
Gleichsinnig schiefe Neigung.

Wenn die Falten einer Zone nicht mehr aufrecht sind, findet man fast immer die grosse Mehrzahl derselben in gleicher Richtung geneigt oder übergelegt.

Quand un grand nombre de plis sont renversés du même côté de l'horizon les uns derrière les autres, la région où ils se trouvent présente en grand une structure isoclinale. Les couches alternativement redressées et renversées qui la constituent étant inclinées en apparence d'une manière plus ou moins uniforme, les affleurements de différentes couches se succèdent dans un ordre tel que:

Wenn sehr viele hintereinander stehende Falten nach der gleichen Himmelsrichtung übergelegt sind, so erhält dadurch die ganze Region, in welcher sie sich befinden, eine isoclinale Structur. Die abwechselnd überschobenen und umgekehrten Schichtcomplexe, welche sie bilden, sind mehr oder weniger einheitlich geneigt, und die verschiedenen Schichten treten im Querprofil in der Ordnung zu Tage, welche durch folgende Buchstabenreihe gegeben ist:

a b c d e e d c b a a b c d e d c b b c d d c b a etc.


Fig. 104.

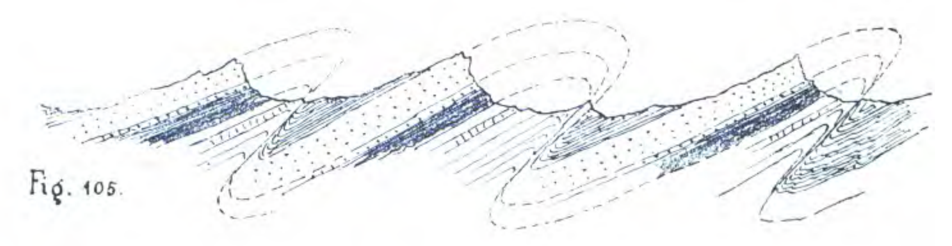
Les couches les plus récentes indiquent les noyaux synclinaux, les couches les plus anciennes correspondent aux noyaux anticlinaux.

Cette structure isoclinale passe à la structure imbriquée* (écailleuse[366]) lorsque les différents plis déjetés dans le même sens deviennent des plis-failles-inverses. On observe alors à la surface une succession de couches telle que:

Die jüngsten Schichten entsprechen den Muldenkernen, die ältesten sind Gewölbekerne.

Diese Isoclinalstructur einer Region geht in die Schuppenstructur[365]) über, wenn die verschiedenen gleichsinnig übergelegten Falten zu Faltenverwerfungen werden. Die Schichtreihe, die zu Tage tritt, zeigt dann auf erodirter Oberfläche die Folge:

a b c d e a b c d a b c d a b c d e b c d e b c d e etc.


Fig. 105.

b.

Déjettement en sens inverse.

Ungleichsinnige Neigung.

1.

Dans une chaîne de montagnes symétrique (exemple: Alpes Orientales[367]) comme les plis sont déjetés de chaque côté vers l'extérieur, leur ensemble présente la disposition d'un éventail ouvert vers le haut[368]). Ici ce ne sont plus les couches individuelles, mais les plis entiers qui forment les branches de l'éventail. Aussi donnerons nous à cette disposition le nom de:

Bei einem symmetrischen Kettengebirge (z. B. Ostalpen[367]), wo die Falten beiderseits gegen Aussen überliegen, ergibt sich im grossen Ganzen die Structur eines nach oben offenen Fächers[368]). Dabei sind es freilich nicht mehr die einzelnen Schichten, sondern ganze Falten, welche die Elemente des Fächers bilden. Wir geben dieser Anordnung von Falten den Namen:

f: structure en éventail composé*
d: zusammengesetzte (aufrechte) Fächerstructur*
e: composed fan-structure*
} Fig. 106.

Fig. 106.

2.

Inversement lorsque deux chaînes symétriques parallèles sont assez rapprochées l'une de l'autre pour que les dislocations soient continues dans l'intervalle, l'ensemble des plis considéré par rapport à la dépression intermédiaire comme axe de symétrie présente la disposition d'un éventail renversé:

Umgekehrt, wenn zwei Kettengebirge oder Faltengruppen symmetrisch parallel so nahe neben einander verlaufen, dass auch der Zwischenraum durch Falten vermittelt ist, so erlangt die Gesammtheit der Falten die Anordnung eines umgekehrten Fächers in Beziehung zur Depressionsaxe zwischen beiden Faltengruppen als Symmetrielinie:

f: structure en éventail composé renversé*
d: umgekehrte zusammengesetzte Fächerstructur*
e: inverted intermont trough[369]).

Fig. 107.

4.

Combinaison d'un mouvement latéral d'ensemble avec un mouvement vertical localisé.

Zusammensetzung einer allgemeinen Horizontalbewegung mit einer lokalen Vertikalbewegung.

a.

Combinaison du plissement avec un affaissement localisé produit en même temps.

D'après ce qui a été dit sur les causes déterminant le sens du déjettement des plis, il est évident que si un effondrement vient à se produire dans une région limitée, concurremment avec le plissement affectant une étendue beaucoup plus vaste, il y aura un appel général des couches vers la partie affaissée et par suite tendance au renversement des plis par dessus, et au recouvrement complet de la partie affaissée par les masses périphériques — et cela quel que soit le sens général du mouvement qui donne naissance au plissement. On peut appeler les plis ainsi formés:

Zusammensetzung der Faltung mit gleichzeitiger lokaler Senkung.

Nachdem was oben über die Ursachen gesagt worden ist, welche den Sinn der Falteneigung bestimmen, ist es einleuchtend, dass, wenn eine Einsenkung sich in einer begrenzten Ausdehnung innerhalb eines gleichzeitig in Faltung begriffenen grösseren Gebietes geltend macht, eine allgemeine Bewegung der Schichten gegen die Einbruchstelle beginnt, so dass in Folge davon die Falten sich über dieselbe hinüberneigen und sie, weil dort der Widerstand geringer ist, zu überdecken trachten — gleichgültig welches im übrigen die allgemeine Richtung der Ueberfaltung sei. Man kann die so gebildeten Falten nennen:

f: plis d'appel ou plis déversés*
d: Ueberdeckungsfalten* (einer Einsenkung)

Les plis déversés dans le sens habituel des autres plis de la région, c'est-à-dire ceux qui se trouvent en arrière de la dépression, relativement au sens du déjettement général, seront appelés:

Diejenigen Falten, welche in der vorherrschenden Richtung der andern Falten des weiteren Gebietes überliegen, d. h. diejenigen, welche in Beziehung auf die allgemeine Richtung der Ueberfaltung hinter der Depression liegen, heissen:

f: plis déversés en avant* } a Fig.
d: Vorfalten* (Vorfaltung[370]) } 108 & 109.

Ils ne diffèrent des autres plis de même sens produits sans le concours de l'affaissement qu'en ce qu'ils sont en quelque sorte excessifs et peuvent

Dieselben sind der allgemeinen Faltung vorangeeilt und unterscheiden sich von den andern Falten, gleicher Neigungsrichtung, welche fern von

même déborder pour ainsi dire par dessus les plis d'importance moindre situés à leur pied. De plus, et par cela même, ils sont beaucoup plus aptes à passer à des plis-failles (chevauchements).

der Einsenkung liegen, blos dadurch, dass sie gewissermassen stärker übertrieben sind und viel weiter vorwärts überliegen, selbst kleinere Falten an ihrem Fusse völlig überdecken können, und dass sie viel leichter noch in Faltenüberschiebungen übergehen.

Au contraire les plis déversés en sens inverse de l'ensemble des plis de la région, c'est-à-dire ceux qui se trouveront en avant de la dépression, relativement au sens du déjettement général, seront appelés:

Die Falten hingegen, welche verkehrt zur allgemein vorherrschenden Richtung übergelegt sind, und welche zugleich in Beziehung auf die allgemeine Richtung der Ueberfaltung über die Einsenkung hinaus liegen, heissen:

f: plis déversés en arrière*, plis à rebours* ou de retour*[371])
d: Rückfalten* (Rückfaltung[372]),
} *b* Fig. 108 & 109

Si l'affaissement se trouve au bord extérieur d'une région plissée, relativement au sens général du déjettement des plis, il y aura seulement production de plis déversés en avant.

Liegt die Einsenkung am äusseren Rande einer gefalteten Region, so entstehen blos Vorfalten.

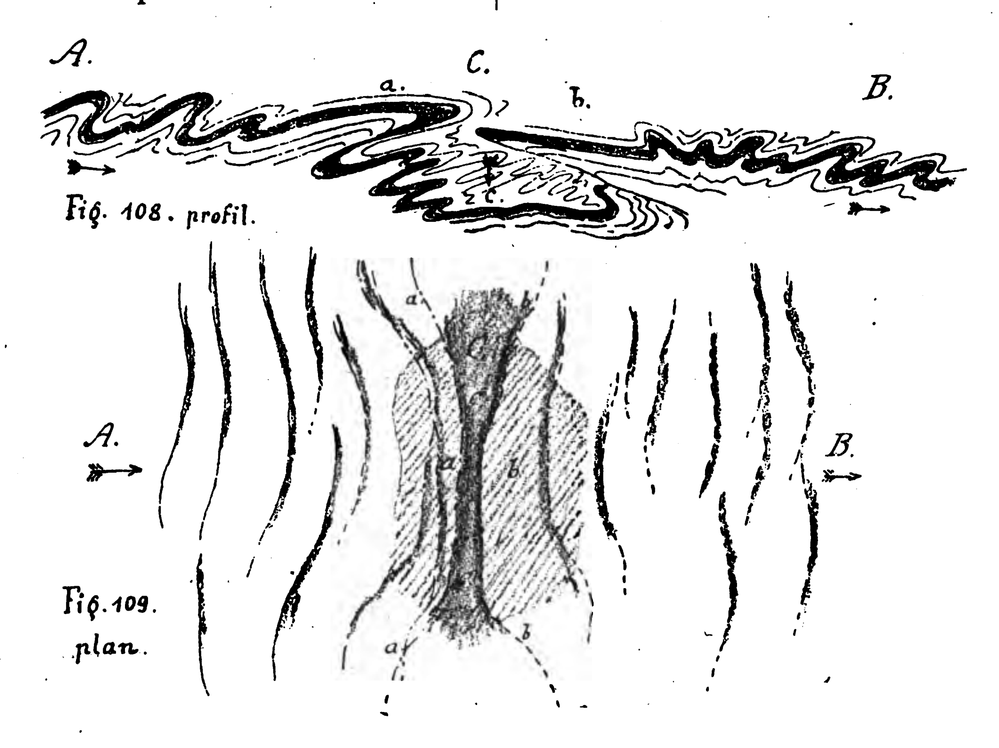


Fig. 108. profil.

Fig. 109. plan.

Si l'effondrement affecte un massif situé à l'intérieur de la région plissée, les deux phénomènes se produiront à la fois, et détermineront le recouvrement de la partie effondrée par deux plis renversés l'un vers l'autre en sens inverse. C'est ce qu'on pourrait appeler:

Wenn die Einsenkung ganz im Inneren der gefalteten Region entsteht, so bilden sich Vorfalten und Rückfalten zugleich, so dass die gesenkte Partie durch zwei liegende Falten oder Faltengruppen überdeckt wird, die einander entgegengehen. Diese Erscheinung kann bezeichnet werden als:

f: double renversement synclinal*, zone synclinale à bords renversés*
d: Beidseitig überfaltete (überschobene) Senkung*, Doppelfalte[373]), Doppelschlinge[374]), eingefalteter Graben* oder Faltungsgraben*.
Exemple: Glarner-Doppelfalte (Heim) Prättigau (Theobald).

b.

Combinaison du plissement avec un exhaussement localisé produit en même temps.

On peut concevoir que le mouvement vertical localisé, au lieu d'être dirigé de haut en bas, soit au contraire dirigé de bas en haut. Il y aura alors évidemment tendance à la production d'effets inverses de ceux que nous venons de décrire, comme l'indique la figure 110 représentant un:

Zusammensetzung der Faltung mit gleichzeitiger lokaler Ueberhöhung.

Die lokale Vertikalbewegung innerhalb einer Zone des Horizontalschubes kann auch relativ nach oben gerichtet (Horst, breite Gewölbe etc.) sein. Dies führt zu entgegengesetzten Wirkungen als diejenigen, welche wir soeben besprochen haben, wie dies die Figur 110 zeigt, welche im Querschnitt darstellt einen:

f: double renversement anticlinal*, zone anticlinale à bords renversés*
d: Ueberfaltenden Horst*, Faltungshorst*
Exemples: die complicirteren Centralmassive der Alpen. Z. B. Gotthardmassiv, Finsteraarmassiv.

Fig. 110.

Les deux derniers cas qui viennent d'être indiqués (fig. 109 et 110) sont respectivement homologues aux cas des éventails composés, droits ou renversés.

Des dispositions plus compliquées encore devront nécessairement se produire, si les mouvements verticaux

Die beiden letztern Fälle von Fig. 109 und 110 sind homolog den umgekehrten und aufrechten zusammengesetzten Fächern.

Noch viel verwickeltere Verhältnisse entstehen nothwendigerweise, wenn die lokalen Vertikalbewegungen

localisés, affectant des portions plus ou moins étendues d'une région plissée, s'y font sentir d'une manière irrégulière au point de vue de la forme des massifs déplacés, et du sens de leur déplacement relatif.

grössere Gebiete einer Faltenregion betreffen und sich darin in unregelmässiger Gestalt und Bewegung geltend machen.

5.

Effets d'un nouveau refoulement sur des couches déjà plissées.

a) Si le nouveau refoulement agit suivant la même direction que l'ancien ou dans la direction opposée, ses effets s'ajouteront à ceux du premier en lès exagérant. Alors la distinction entre les effets du premier et ceux du second sera souvent impossible à faire. Le résultat final ne différera pas essentiellement, quant au type des formes produites, de ce qui peut résulter d'un seul mouvement.

b) Si le nouveau refoulement agit suivant une direction formant un angle de moins de 180° avec celle du premier, le résultat final sera extrêmement compliqué: les plis antérieurement formés peuvent subir une torsion dans le sens longitudinal, soit en étant déviés de leur direction première, soit en étant brisés en fragments inégalement rejetés latéralement. Ou bien encore il se formera de nouveaux plis, capables de masquer plus ou moins complètement les plis antérieurs. La complication de ces phénomènes et l'état peu avancé de la science à leur sujet ne permettent pas d'établir dès à présent une classification et une nomenclature spéciales [375].

Wirkung eines neuen horizontalschubes auf schon gefaltete Schichten.

a) Wenn ein neuer Zusammenschub in der gleichen oder entgegengesetzten Richtung wie der frühere arbeitet, so addiren sich einfach seine Wirkungen zu denjenigen des früheren, wodurch die letzteren gewissermassen übertrieben werden. Die Unterscheidung der Wirkungen des früheren und des späteren Zusammenschubes ist dann oft nicht mehr durchführbar. Das Endresultat unterscheidet sich nicht wesentlich von dem Produkt einer einmaligen Bewegung.

b) Arbeitet der neue Zusammenschub in einer Richtung, welche mit dem ersten einen Winkel von weniger als 180° bildet, so wird das Endresultat sehr complicirt sein: die früher schon gebildeten Falten können in ihrer Längsrichtung gedreht werden, indem sie entweder von ihrer früheren Richtung abgelenkt oder in Stücke zerbrochen werden, die dann ungleich seitlich verschoben werden, oder es können sich auch neue Falten bilden, welche die älteren überwältigen oder verschlingen. Die Mannigfaltigkeit dieser Erscheinungen sowie die noch sehr lückenhafte Kenntniss derselben gestatten noch keine speciellere Klassifikation und Bezeichnung [375].

III.

Déformations intimes des roches.

Innere Gesteinsumformung.

III.

Déformations intimes des roches.

Les phénomènes de dislocation peuvent aussi faire sentir leurs effets jusque dans la structure même des masses minérales et modifier d'une manière plus ou moins profonde l'agencement intime de leurs éléments, en les contreignant à s'accommoder à une forme nouvelle.

Cette déformation d'une roche peut être effectuée soit par une fragmentation générale, soit sans rupture[376]). Elle est surtout manifeste quand des corps étrangers, comme des galets ou des fossiles[377]), sont enchâssés dans la masse minérale, dont les modifications de structure sont d'ailleurs souvent visibles d'une manière immédiate. Ordinairement, la déformation intime d'une roche consiste en un amincissement suivant une certaine direction, et en un allongement nécessairement concomitant suivant une direction perpendiculaire à la première.

Cet effet peut résulter:

1) Soit d'une simple compression entre deux masses minérales se déplaçant dans le même sens (exemple: flancs des plis isoclinaux).

2) Soit de l'étirement auquel une roche est soumise quand elle est comprise entre deux masses minérales subissant un mouvement relatif en

Innere Gesteinsumformung.

Die Dislocationserscheinungen können auch in die Structur der Gesteine eingreifen, dieselbe gröber oder feiner verändernd, indem sie oft eine Anpassung einer Gesteinsmasse an andere Gestalt verlangen.

Diese Umformung einer Gesteins-Masse kann durch inneres Zerbrechen vermittelt werden oder bruchlos erfolgen[376]).

Sie ist nachweisbar an Einschlüssen wie Geröllen, Petrefacten[377]), und an veränderter Gesteinsstructur.

Gewöhnlich besteht die Gesteinsumformung in einer Zusammendrückung in der einen Richtung und einem gleichzeitigen entsprechenden Ausweichen oder gar in einer Streckung in einer anderen Richtung.

Eine Gesteinsmasse ist:

1) einfach gequetscht resp. gestreckt, wenn sie zwischen Gesteinsmassen von gleicher Bewegung zusammengedrückt worden oder unter Druck ausgezogen ist (z. B. Schichtschenkel isocliner Falten)

2) ausgewalzt, wenn sie zwischen Gesteinsmassen von entgegengesetzter oder doch wesentlich ungleicher Bewegung an Mächtigkeit verringert

sens inverse: il en résulte nécessairement un amincissement de la partie correspondante (exemple: flanc renversé des plis couchés).

Les modes principaux de déformation intime des roches sont les suivants:

1) Fragmentation avec mouvement des débris les uns par rapport aux autres, suivi d'une recimentation du tout par dépôt chimique dans les interstices.

2) Fragmentation avec déplacement latéral relatif des débris donnant lieu à la production de nombreuses surfaces de glissement plus ou moins parallèles [378]).

3) Plissement intime (couches gaufrées), ne pouvant affecter une roche que si elle est divisée en lits très-minces ou bien est déjà schisteuse. Les plis peuvent passer à des plis-failles, dont la multiplication suivant des plans parallèles très-rapprochés finit par donner à la roche une structure fort voisine de la suivante en apparence [379]).

4) Schistosité [380]) développée suivant une direction perpendiculaire à celle de la compression, et indépendamment de l'allure de la stratification (ce n'est qu' accidentellement que le plan de schistosité est parallèle au plan des couches). On observe souvent à la surface des plans de schistosité, les traces d'un allongement ou étirement linéaire, résultant de la compression de la masse devenue schisteuse et coïncidant plus ou moins en direction avec l'inclinaison du plan de schistosité.

Il arrive parfois que deux ou plu-

worden ist (z. B. Mittelschenkel liegender Falten).

Die Hauptarten der durch Gesteinsumformung entstandenen Structuren sind:

1) Innere Zertrümmerung mit wiederverkittendem Netz von Secretionsadern (Bewegung der einzelnen Bruchstücke gegen einander und spätere Verfestigung in der neuen Lage).

2) Innere Zertrümmerung mit Schaaren von Rutschflächen (Harnische etc.) (gleitende relative Bewegungen der einzelnen Bruchstücke aneinander) [378]).

3) Innere Stauungsfältelungen (Gekrösesteine). (Nur bei feinschichtigen oder primär schiefrigen Gesteinen). Sie können Falten oder Faltenverwerfungen sein und im letzteren Falle durch vorherrschende Verschiebungen auf den Flächen zerrissener Mittelschenkel in eine Gestalt von 4), das Ausweichungsclivage [379]), übergehen.

4) Clivage (Transversalschieferung) [380]) entstanden senkrecht auf die Compression, unabhängig von der Lage der Schichtung (ausnahmsweise zufällig mit der Schichtlage zusammenfallend).

Dabei beobachtet man sehr häufig auf den Clivageflächen eine deutliche Linearstreckung, welche die Richtung des Ausweichens der comprimirten schiefrig gewordenen Masse anzeigt und meistens wenig von der Fallrichtung der Schieferung abweicht.

Es kommt vor, dass zwei oder

sieurs directions de schistosité différentes coexistent dans une même masse et y déterminent un mode de division prismatique régulière [381]).

5) Métamorphisme mécanique [382]), c'est-à-dire transformation complète de l'agencement primitif des molécules (marmorisation * [383]) ou transformation du calcaire en marbre, néoformation de minéraux [384]), etc.)

Les différents phénomènes qui viennent d'être mentionnés peuvent donner lieu à des résultats très-compliqués en affectant simultanément une même roche. Il y aurait d'ailleurs des distinctions plus précises à introduire et beaucoup d'autres modes de déformation intime seraient encore à examiner; mais l'étude de ces questions n'est pas encore assez avancée pour nous permettre d'entrer ici dans plus de détails à leur égard [385]).

mehrere Richtungen der Transversalschieferung in der gleichen Masse ausgebildet sind, so dass dadurch prismatische oder parallelepipedische Absonderung (Griffelstructur) [381]) entsteht.

5) Mechanische Metamorphose [382]), d. h. vollständige Veränderung der Molekularstructur (Marmorisirung [383]), Ausbildung neuer Mineralien, etc.)

Die verschiedenen hier aufgeführten Erscheinungen können sich sehr compliciren, indem mehrere derselben nach einander dasselbe Gestein betroffen haben. Es wird später nothwendig werden, in diesen Dingen genauere Unterscheidungen festzustellen, und noch manche Art der Gesteinsumformung ist zu untersuchen. Das Studium dieser Erscheinungen ist noch nicht genügend vorgerückt, um im vorliegenden Falle schon weiter in das Einzelne einzutreten [385]).

Notes et Renvois.

(par Emm. de Margerie).

Introduction.

[1]) diastrophism, Powell in Gilbert, the Topographic Features of Lake Shores, 5th Ann. Rept. U. S. Geol. Survey p. 118 (foot note) 1885.

[2]) Fortgesetzte gleichförmige Auflagerung. F. von Richthofen, Führer für Forschungsreisende 1886 p. 615; unterbrochene gleichförmige Auflagerung, ibid p. 616. — Ce phénomène de la transgressivité parallèle a été encore peu étudié; bien que, pour des raisons obvies, il ne paraisse pas fréquemment réalisé, on l'a cependant observé parfois sur de vastes étendues (Carbonifère sur Cambrien du Nord de la Chine, Richthofen loc. cit et China, II, 1882; Carbonifère sur Cambrien du Grand Cañon of the Colorado (Arizona), C. D. Walcott, American. Journ. of Sc. XXVI 1883 p. 437 seq.). A l'explication que nous en donnons p. 2, Richthofen objecte que s'il y avait eu réellement émersion entre le dépôt des deux séries de couches, la série inférieure aurait sans doute été érodée plus ou moins inégalement avant d'être replongée sous les eaux marines, de telle sorte que la série supérieure reposerait par dessus en discordance d'érosion; pour écarter cette difficulté, il suggère l'hypothèse inverse d'une submersion abyssale de la série inférieure avec interruption de la sédimentation, suivie d'un relèvement jusqu'à une profondeur suffisante pour permettre le dépôt de la série supérieure (Führer p. 616). Il est fort possible que cette hypothèse soit applicable aux exemples décrits par Richthofen; mais dans d'autres cas, l'idée d'une émersion est confirmée précisément par l'existence de discordances d'érosion, légères il est vrai mais réelles, quoique difficiles à constater (Walcott, loc. cit. lambeaux de Dévonien localement respectés entre le Cambrien et le Carbonifère). — Pour le sens précis des termes français et allemands relatifs aux rapports de disposition des couches, ainsi que pour les mots anglais équivalents, voir l'appendice I du présent ouvrage.

I. Dislocations résultant de mouvements verticaux. A. Des failles.

[3]) On a quelquefois appelé (H. Kuss, trad. fr. du Traité des gîtes métallifères par Alb. von Groddeck, 1884 p. 23 seq.) les failles des rejets, surtout celles dont les dimensions sont relativement minimes. Le mot rejet désignant à proprement parler l'effet d'une faille et non la fracture elle-même, il est à désirer qu'on cesse de s'en servir comme d'un synonyme de faille. — On pourrait appeler les petites failles des faillules (Daubrée, Etudes synthétiques de géologie expérimentale, 1879, I p. 332).

[4]) paraclase, Daubrée, loc. cit. p. 352. (Pour les autres termes relatifs aux cassures de l'écorce terrestre et qui ont été proposés par M. Daubrée, voir l'appendice IV).

Löwl a proposé Paraklase dans un sens différent pour désigner les dislocations appelées décrochements horizontaux (Blätter) dans le présent ouvrage (Ueber Thalbildung, 1884, p. V, 26)), et Kataklase pour les dépressions déterminées par les failles proprement dites (ibid.) (Kjerulf a proposé dans un sens tout autre Kataklas-Struktur pour désigner l'état des roches cristallisées dont les éléments ont été broyés en fragments (voir ci-dessous, note [371]).

[5]) Sprung = aussi Rücken, Gewande, des mineurs allemands.

[6]) fault. L'action s'appelle faulting. Les petites failles reçoivent souvent le nom de jumps ou slips.

[7]) Flügel, Suess, Antlitz der Erde, I, 1883, p. 166.

[8]) Seite(n), ibid. p. 172.

[9]) side(s), I. C. Russell, A geological Reconnaissance in Southern Oregon (4th Ann. Rept. U. S. Geol. Survey, 1884) p. 442.

[10]) wall(s), Rogers, Geology of Pennsylvania, 1858, II, p. 897.

[11]) heaved, Russell, loc. cit.

[12]) up-cast, A. J. Jukes-Browne, the Student's Handbook of Physical Geology, 1884. p. 350.

[13]) upthrow, George G. André, A Practical Treatise on Coal-Mining 1875, I p. 33.

[14]) lifted, J. P. Lesley, 2d Geol. Survey of Pennsylvania, Report of Progress F^2, p. X.

[15]) lift, C. E. Dutton, Report on the Geology of the High Plateaus of Utah, 1880, p. 244.

[16]) gesunkene, Suess, loc. lit. p. 172.

[17]) thrown, Russell, loc. cit.

[18]) down-cast, Jukes-Browne, loc. cit.

[19]) downthrow, André, loc. cit. downthrow side, Jukes-Browne, loc. cit. p. 367. „A fault is said to be an upthrow or a downthrow or an upcast or a downcast according to the side from which we view it" (J. Beete Jukes, The Student's Manual of Geology, 1862 p. 245).

[20]) lowered, Lesley, loc. cit.

[21]) dropped, drop (subst.) Powell, Geological structure of the . . Grand Cañon of the Colorado (Amer. Journ. V, p. 459) 1873.

[22]) downfall, Powell, Exploration of the Colorado River of the West, p. 185, 1875.

[23]) Ashburner définit plus exactement et à un point de vue un peu différent une ligne de faille „the intersection of the plane of the fault with the surface of erosion" (2 d Geol. Surv. of Pennsylvania, Report F, p. 180, 1878). Vézian appelle à tort ligne de faille une cassure sans rejet qui jalonne le prolongement d'une faille (Etudes géologiques sur le Jura, II, 1876, p. 94).

[24]) Ausgangspunkt, Suess, loc. cit. p. 162.

[25]) direction moyenne. Vézian, loc. cit. p. 78 et exemple pl. IV. fig. 8. — direction générale, Haton de la Goupillière, Cours d'exploitation des Mines, 1884, Vol. I, p. 45.

[26]) Pour des exemples de failles courbes, voir Bertrand: Failles courbes dans le Jura et bassins d'effondrement (Bull. Soc. Géol. de France [3] XII, 1883—84, p. 452 seq.)

[27]) klaffend, W. C. Brögger, Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund-Skien (Nyt Mag. f. Naturvidensk. XXVIII, p. 286, 1884).

[28]) open, Jukes-Browne, loc. cit. p. 354.

[29]) close, ibid.

[30]) Mächtigkeit, von Carnall, Die Sprünge im Steinkohlengebirge (Karsten's Archiv f. Min. etc., IX. 1835 p. 10).

[31]) Reibungsbreccie, S. Carnall, § 209—213 (p. 145—148). Pour l'étude détaillée

d'un exemple de brèches de friction, voir Brögger, Ueber die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords, (Nyt Mag. XXX. 1886, p. 8—46 d. Sep.-abdr.).

[32]) Dislocationsbreccie, Brögger, Spaltenverwerfungen etc. p. 402.

[33]) Voir pour des exemples: Michel-Lévy, Sur l'existence de filons de basalte dans la région nord-est du Morvan, (Bull. Soc. Géol. de France [3] V, p. 562, 1876—77); A. Hague, Abstract of Report on the Geol. of the Eureka District (3d Ann. Rep. U. S. Geol. Survey, 1881—82) p. 280; J. S. Curtis, Silver-Lead Deposits of Eureka Nevada (U. S. Geol. Surv. Monographs VII, 1884) p. 25. seq., pl. V, etc.

[34]) injicirt, Suess, loc. cit. p. 283, Anmerkung 47.

[35]) rider, mot usité par les mineurs anglais (Hopkins, Researches in Physical Geology, Transact. Cambridge Phil. Soc. VI, pt. 1, 1835, p. 5)

[36]) Frictionsstreifen, Naumann, Lehrbuch d. Geognosie, 2. Aufl. III p. 497, 1872.

[37]) fault-scarp. G. K. Gilbert, On the Former Outlet of Great Salt Lake (Americ. Journ. of Sc. XIX p. 342—344, 1880) — I. C. Russell, loc. cit.

[38]) cliff of displacement [in contradistinction with cliff of erosion] Powell, Exploration of the Colorado River of the West. p. 182 seq. 1875. — fault-escarpment, J. S. Diller, Notes on the Geology of Northern California (Bull. U. S. Geol. Surv. No. 33 p. 15 (379) 1886).

[39]) regard (d'une faille), Thurmann, Résumé des lois orographiques générales du système des Monts Jura (Bull. Soc. Géol. de Fr. [2] XI, p. 47 note).

[40]) faille sans relief, Thurmann, ibid. — Les expressions de pied et de tête de la faille, qui ont été parfois employées pour désigner la lèvre abaissée et la lèvre soulevée des failles respectivement, cessent évidemment d'être applicables quand il n'y a plus de ressaut à la surface; Vézian (loc. cit. p. 58) propose alors pour les remplacer les mots côté inférieur et côté supérieur; mais les adjectifs inférieur et supérieur, de même que leurs équivalents anglais et allemands upper, lower et obere, untere, nous paraissent avoir précisément l'inconvénient de prêter à confusion entre la structure et le relief extérieur, qui cependant comme nous l'avons vu, ne coïncident pas forcément; les termes que nous avons adoptés p. 12 ont l'avantage de pouvoir s'appliquer à tous les cas, parce qu'ils expriment le sens du mouvement relatif des deux lèvres, d'une manière indépendante de la forme de la surface du sol de part et d'autre d'une faille.

[41]) Aufbruch, Aufschlusslinie, Bittner, Die geol. Verhältnisse von Hernstein in Nieder-Oesterreich (in: Hernstein in Nied.-Oesterr. I. Bd., herausgeg. von M. A. Becker, p. 168—174, 1885).

[42]) Verwerfungsfläche (oder Dislocationsfläche), Richthofen, Führer p. 600.

[43]) Einfallrichtung, von Carnall, loc. cit. § 49, p. 32.

[44]) Fallwinkel der Sprungkluft, Naumann, loc. cit. III p. 503.

[45]) „There seems to be much uncertainty among geologists as to the use of the word „hade". Among miners it appears to be measured always from the vertical, and it would perhaps be well for us to assimilate our use of the word to theirs, as we borrowed the term from them". (A. F. Griffith, On Faults, Geol. Magazine 1884 p. 431, foot-note). —" . . . . the inclination of the plane of a fissure to a vertical plane . . . is frequently termed by the miners of the more northern ditricts [of England] the hade of the vein, and by the Cornish miners its „underlie". (Hopkins, Researches in Phys. Geol. p. 5) A. Geikie (Text-Book of Geology, 1st Ed. p. 524) donne une définition semblable. Au contraire, Jukes-Browne (loc. cit. p. 352) et O. Fisher (On Faulting, etc. Geol. Mag. 1884 p. 204, 266) appellent hade l'inclinaison du plan de faille sur l'horizon; cette manière d'exprimer l'inclinaison du plan de faille paraît préférable à l'autre, par analogie avec l'usage universellement adopté pour exprimer

l'inclinaison des couches. O. Fisher propose d'appeler co-hade, l'angle complémentaire du hade ainsi défini, c'est-à-dire l'inclinaison du plan de faille sur la verticale (loc. cit. p. 267). Pour éviter des malentendus, il serait peut-être préférable d'abandonner ces différentes expressions en les remplaçant par le mot non ambigu inclination, qui a l'avantage de se rapprocher de l'expression française équivalente et est déjà d'un usage fréquent.

46) slant, Lesley, 2d Geol. Surv. of Pennsylvania, Report T^3, p. 339, 1885.

47) Hangende, Liegende. D'après von Carnall, on doit réserver les mots Dach et Sohle pour les couches (p. 11, Anmerkung). — Richthofen dit avec plus de précision: hangende Flügel, liegende Flügel (Führer, p. 600).

48) rejet, dénivellement, Vézian loc. cit. p. 57; amplitude du rejet id p. 86; hauteur de chute verticale, Kuss loc. cit. p. 26; rejet en profondeur, Haton de la Goupillière loc. cit. p. 69.

49) seigere Sprunghöhe, Naumann I. 926 = Seigerhöhe des Sprunges, von Carnall, p. 15.

50) Grösse der Sprunghöhe, verticale Grösse der Verschiebung Naumann, loc. cit. I p. 926.

51) Maass (oder Betrag oder Ausmaass) der verticalen Dislocation (od. der Störung od. der Senkung), Verwurf, Suess, loc. cit. p. 166, 172, 173.

52) amount of throw, A. H. Green, Physical Geology, 2d Ed. 1882, p. 490.

53) downcast, Russell, loc. cit.

54) glissement effectué suivant la pente, Haton de la Goupillière, loc. cit. p. 62 —; hauteur de chute inclinée, Kuss, loc. cit. p. 27.

55) flache Sprunghöhe, A. von Groddeck, die Lehre von den Lagerstätten der Erze, 1879, p. 26 = Höhe des Sprunges, Carnall p. 15.

56) slip measured on the dip of the fault [fissure]. Geo. F. Becker, Geology of the Comstock Lode (U. S. Geol. Survey, Monographs Vol. III) p. 176, 1882.

57) Horizontal-Abstand der Schnittlinien, von Carnall?

58) horizontale Grösse der Verschiebung, Naumann, loc. cit. I p. 926.

59) söhlige Sprungweite, ibid.; Grösse der —, id. III p. 503; söhlige Störungsweite, ibid, I. 926; Sprungweite, G. Köhler, Die Störungen der Gänge, Flötze und Lager, 1886, p. 12 u. p. 8, Fig. 21.

60) Sohle (der Verwerfung), R. Dannenberg, Ueber Verwerfungen 1884, p. 6.

61) width of the fault. André, loc. cit. p. 331 (à eviter comme prêtant à confusion avec la largeur de la fente); le mot heave est également employé dans ce sens d'après J. Beete-Jukes (Stud. Manual p. 245), mais il faut de même l'éviter, parce que dans son sens le plus fréquemment employé, il sert à désigner le rejet latéral.

62) Le rejet horizontal transversal détermine une zone stérile quand il affecte une couche de houille (Haton, loc. cit. p. 75).

63) faille isogonale = [rejet] isogonal, Kuss, loc. cit. p. 25.

64) streichender Sprung, von Carnall, p. 31.

65) L'expression faille diagonale est évidemment préférable à celle de faille [rejet] oblique (Kuss, loc. cit. p. 25), diagonal étant corrélatif de longitudinal et de transversal, et oblique ayant en outre l'inconvénient de pouvoir prêter à confusion avec l'inclinaison du plan de faille.

66) spiesseckige oder diagonale Sprünge, von Carnall. p. 32.

67) spiesswinklige Verwerfung, Dannenberg, loc. cit. p. 5.

68) faille [rejet] orthogonal(e), Kuss, loc. cit. p. 25.

69) querschlägige oder schwebende Verwerfung, von Carnall, p. 31—32.

70) faille normale [rejets normaux], Kuss, loc. cit. p. 26. — Voir la note suivante.

71) Sprung (im engeren Sinne), von Carnall. — L'ouvrage où la règle précitée paraît avoir été exposée pour la première fois a pour auteur le Bergrath Schmidt et porte le titre de: Theorie der Verschiebung älterer Gänge, Frankfurt, 1810.

72) Abgleitung (Ableitungsfläche), Absenkung, Richthofen, Führer, p. 601.

73) [downthrow fault], J. P. Lesley. Ce terme est à éviter comme impliquant un sens défini pour le mouvement dont la faille est le résultat, sens qui en fait peut avoir été différent de ce que cette expression suppose (voir l'introduction du présent travail, p. 6—7). — O. Fisher emploie également l'expression de direct fault (Geol. Mag. 1884, p. 204—205).

74) Seigersprung, von Carnall.

75) faille inverse ou de refoulement, L. Gruner, Bassin houiller de la Loire, Texte, I, 1882, p. 55. Dans cet ouvrage (parvenu malheureusement trop tard à notre connaissance pour pouvoir être utilisé dans la rédaction de notre texte) on trouvera un grand nombre d'expressions relatives aux dislocations et dont plusieurs n'ont pu être introduites ici; Gruner y appelle failles directes ou de glissement nos failles normales.

76) faille [rejet] anormal(e), Kuss loc. cit. p. 26.

77) faille en surplomb, Lory, Sur les Schistes Cristallins des Alpes Occidentales et sur le rôle des failles dans la structure géologique de cette région. (Bull. Soc. Géol. de Fr. [3] IX, p. 667, 1881).

78) Aufschiebung (Aufschiebungsfläche), abnorme Verwerfung, Richthofen, Führer, p. 601.

79) Uebersprünge nannte von Carnall alle Ueberschiebungen. Nur ein einziger, wenn auch sehr seltener Fall von ganz untergeordneter Bedeutung, ist durch höhere Lage des Hangenden, ohne Uebereinandergreifen von correspondirenden Schichten, gekennzeichnet. Carnall nennt dies: Uebersprung ohne Deckung; dieselbe entsteht dadurch, dass die Schichten steiler als die Verwerfungsebene geneigt sind („Streichende rechtfallende Uebersprünge mit schwächerer Tonnlage als die des Flötzes", Fig. 55 der orig. Abhandlung). Um diesen Fall mit den anderen Ueberschiebungen zusammenzufassen und zugleich Missverständnisse zu vermeiden, brauchte Carnall das Wort Uebersprung anstatt Ueberschiebung, und dies um so mehr, als es in seiner Klasse „Streichende rechtfallende Sprünge mit schwächerem Falle als das Flötz (Fig. 45)", einen gewöhnlicheren Sprung mit Deckung gibt.

80) Wechsel, Köhler, Ueber die Störungen im westfälischen Steinkohlengebirge und deren Entstehg. (Z. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, Bd. XXVIII, 1880.)

81) overfault, Ch. Lapworth, The Secret of the Highlands (Geol. Mag. 1883.)

82) overlap fault, Green, loc. cit. p. 505; — [upthrow fault], Lesley, Note on a fine upthrow fault at Embreeville Furnace in East Tennessee (Proc. Amer. Phil. Soc. 1872 p. 444—457).

83) redoublement, Haton, loc. cit. pag. 75.

84) Deckung, von Carnall.

85) „... a thickness of beds ... is reduplicated", O. Fisher, loc. cit. p. 207.

86) Deckung nach dem Loth, von Carnall.

87) Deckung nach dem Perpendikel, id.

88) Une telle ligne correspond à ce que O. Fisher nomme trial-line (en considérant la perpendiculaire au plan des couches au lieu de la verticale) loc. cit. p. 204.

89) (failles) conformes, Haton de la Goupillière loc. cit. p. 30.

90) rechtfallend, von Carnall, p. 32.

91) (to) hade with the dip, Jukes-Browne, loc. cit. p, 362.

[92]) Nous proposons l'adjectif contraire comme étant le corrélatif de conforme; la qualification d'inverse qui a été parfois employée pour les failles inclinées en sens contraire des couches (Haton de la Goupillière, loc. cit. I p. 30—31) doit être abandonnée comme déjà usitée dans une acception différente, ralative au sens du mouvement des lèvres (voir ci-dessus, p. 22 et note [75]). Il en est de même des expressions de faille synclinale et de faille anticlinale, correspondant respectivement à nos failles conforme et contraire, et adoptées par le même auteur: bien qu'irréprochables au point de vue étymologique, elles doivent être laissées de côté, l'usage universel parmi les géologues ayant associé avec les adjectifs synclinal et anticlinal des idées tout autres (voir plus loin, notes [225]) et [229]) et ci-dessus p. 49, 50).

[93]) widersinnig fallend, von Carnall, p. 32.

[94]) (to) hade against (or under) the dip, Jukes Browne, loc. cit. p. 362.

B. Des Flexures.

[95]) et [96]) Hopkins a distingué le premier ces dislocations sous le nom de lines of flexure (On the geological structure of the Wealden district and of the Bas Boulonnais, Transact. Geol. Soc. London, [2] vol. VII pt. 1, p. 4, 20 etc. 1845). Flexure est à l'origine, en anglais, l'action et non le résultat; c'est pourquoi Hopkins n'employait pas ce mot seul, mais seulement avec line. On le retrouve cependant employé seul pour désigner le résultat dans Powell (loc. cit. p. 184): „the flexures, or monoclinal folds"; et ce mot a été définitivement consacré dans le sens qui lui est donné ici par Suess sous la forme germanisée de Flexur (loc. cit. p. 171). A cet égard, il importe de remarquer que dans la littérature géologique anglaise et américaine, flexure est très-souvent employé comme synonyme de fold (= falte, pli) à cause de l'identité du sens étymologique des deux termes; cependant comme un pli et une flexure (suivant la nomenclature adoptée dans le présent travail) sont essentiellement différents l'un de l'autre, et que de plus des précédents existent pour restreindre l'emploi de chacun de ces deux mots de la manière indiquée ici, il serait à désirer que les écrivains de langue anglaise prissent l'habitude de ne plus employer ces mots comme équivalents.

[97]) Kniefalte, Dr. F. Löwl, Die Granitkerne des Kaiserwaldes bei Marienbad, 1885 p. 42. (Nicht zu verwechseln mit Desor's und Bittner's „Kniefalten", welche blos schiefe Falten sind. S. unten, Anmerkung [271]).

[98]) monoclinal flexure [fold], Powell, On the geol. Structure of. . . the Grand Cañon of the Colorado (Amer. Journ. of Sc. Vol.V p. 459, 1873); Explor. of the Colorado, p. 184. — L'adjectif monoclinal, que Powell fut ainsi le premier à appliquer à la forme de dislocation considérée, a été créé par W. B. et H. D. Rogers: „We propose the term monoclinal to signify a sameness in the direction of the dip, and shall term a mountain or valley, in which such sameness prevails, a monoclinal mountain, or monoclinal valley" (On the physical structure of the Appalachian chain, Transact. Amer. Assoc. Geologists, 1840—42, p. 485; réimprimé dans W. B. Rogers, Geology of the Virginias, 1884, p. 608). Bien que les adjectifs monoclinal et isoclinal aient un sens étymologique assez voisin, et qu'en Suisse et sur le reste du continent ou aît assez généralement employé isoclinal seul, il importe pour la clarté du langage de conserver ces deux mots en leur attribuant un sens distinct, conformément à l'usage des auteurs anglais et américains: dans les ouvrages géologiques écrits en langue anglaise, isoclinal s'emploie seulement pour désigner des couches qui ont la même inclinaison apparente mais dont une partie est renver-

sée; on dira donc: un pli isoclinal pour un pli dont un flanc est renversé et a acquis à peu près la même inclinaison apparente que le flanc normal; on dira de même une zone isoclinale, une structure isoclinale, dans un sens analogue; — mais quand on voudra parler, soit d'une vallée creusée en couches inclinées dans le même sens et affleurant d'un côté par leur tranche et de l'autre par leur dos, soit d'une flexure, alors on se servira du mot monoclinal, indiquant non seulement que l'inclinaison est de même sens de part et d'autre, mais que les couches y appartiennent à un seul flanc; on devra donc dire: une crête monoclinale, une vallée monoclinale, et non isoclinale.

99) monocline, Geikie, Text-Book of Geol. 1st ed. p. 515-516, 1882.

100) uniclinal flexure (axis of —) Medlicott, Geological Notes on Assam (Mem. (Geol. Surv. of India, Vol. IV pt. 3, p. 39 (425) 1865). uniclinal, créé par Darwin (Geological Observations on South America, 1846, p. 124, 132), doit être remplacé par monoclinal, ce dernier adjectif, dont le sens est exactement le même que celui du premier, ayant sur celui-ci l'avantage d'une dérivation étymologique correcte.

101) uplifted side of a flexure, formé par analogie avec l'expression suivante:

102) dropped side of a flexure, C. A. White, Report on the Geol. of a portion of N. W. Colorado (Hayden's Ann. Rept. U. S. Geol. and Geogr. Surv. of the Territories for 1876, p. 37).

103) Aufbeugung, Suess, loc. cit. p. 171. — Le Dr. Johannes Walther appelle le coude supérieur d'une flexure „Antiklinale der Flexur" et le coude inférieur „Synklinale der Flexur" (Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Kontinente. Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. XX. Bd. N. F. XIII. 1886).

104) Dans une flexure, l'escarpement de faille est remplacé par une pente continue, plus ou moins abrupte, formée par la surface des couches au lieu de correspondre à leur tranche comme dans le cas d'une faille (= slope of displacement, Powell, Explor. of the Colorado, p. 182).

105) zerrissene Flexur, Suess, loc. cit. p. 171.

106) broken flexure [fold], Powell, American Journ. l. c. p. 461 (fault y est sans doute imprimé par erreur pour fold).

107) Voir la note suivante.

108) oder Verwerfung mit geschleppten Flügeln, Suess, loc. cit. p. 171.

109) rebroussement (des couches), Haton de la Goupillière loc. cit. p. 70.

110) Schleppung, Voir la note 108).

111) Einknickung, Moesta, loc. cit. p. 77.

112) Verwerfungsfaltung, Brögger, Ueb. die Bildungsgeschichte des Kristianiafj. p. 181.

113) distortion, André, loc. cit. p. 34.

114) bending, Dana, Manual of Geology, 3d Ed. p. 93 (1880).

115) nach aufwärts geschleppt, Suess, loc. cit.

116) rising towards the upthrow, Jukes-Browne, loc. cit. p. 35.

117) turned up, Powell, Amer. Journ. loc. cit; flexed upward, Powell, Exploration of the Colorado etc. fig. 70.

118) abwärts geschleppt, Suess, loc. cit.

119) dipping to (or towards) the downthrow, André, loc. cit. p. 34.

120) bent down, Powell, Amer. Journ. loc. cit.; flexed downward, Powell Exploration etc. fig. 71.

121) Le retroussement, même normal, ne provient pas toujours nécessairement de l'étirement d'une flexure et peut avoir été produit directement en même temps que la faille. En effet, quand le plan de fracture est incliné d'une manière notable, l'extension horizontale que la dénivellation produite par la faille tend à donner aux

couches du toit (ainsi que nous l'avons vu p. 22) ne pouvant être réalisée par suite de l'impossibilité où se trouve l'ensemble de l'écorce terrestre d'augmenter d'étendue superficielle — est remplacée par une pression laterale localisée, qui a pour effet immédiat de retrousser les couches. „It is evident that this increase in lateral extension will be accompanied by lateral pressure and consequent friction, unless the fault is the result of a tangential tensile strain. The general theories of dynamical Geology, and the study of sedimentary rocks, however, show that strains in the earth's crust are commonly compressive" (G. F. Becker, loc. cit. p. 176). Moesta (Das Liasvorkommen bei Eichenberg in Hessen in Beziehung auf allg. Verhältn. des Gebirgsbaues im N. W. des Thüringer Wald, Jahrb. d. Preuss. Geol. Landes-Anst. 1883 (1884) p. 63) a développé ces considérations en détail et proposé de désigner la disposition correspondante sous le nom de Accomodationslagerung. Le résultat indiqué sera surtout bien marqué quand le massif affaissé est compris entre deux failles convergeant vers le bas (von Koenen, Ueber das Verhalten von Dislokationen im N. W. Deutschland, Jahrb. Preuss. Geol. L. A. 1885 (1886) p. 60).

[122]) Powell, Dutton; Voir aussi Nathorst, Nagra ord om slipsandstenen i Dalarne (Geol. Föreningens i Stockholm Förhandl. Bd. VII, p. 554—555, 1885).

[123]) En général, la coïncidence de position entre l'axe d'un pli anticlinal ou synclinal et une faille ne peut être que fortuite. En effet, si un pli tend à se résoudre en fracture par l'effet du refoulement lateral, c'est non pas suivant son axe, mais suivant le flanc renversé et étiré que devra se produire la solution de continuité (v. le chapitre des plis-failles, p. 64—70, et note [330]). Il est donc probable que dans le cas de la plupart des failles synclinales ou anticlinales qui ont été signalées, les choses se passent réellement ainsi: c'est seulement par suite d'une observation incomplète des phénomènes que des géologues, ne remarquant pas la présence de ce flanc renversé, ont pu être amenés à admettre cette coïncidence.

[124]) Powell, Dutton, Gilbert, etc.

[125]) Tel est le cas par exemple pour la dislocation terminale si remarquable du Pays de Bray (A. de Lapparent, le Pays de Bray, Mém. pour servir à l'explic. de la Carte géol. détaillée de la France, 1879, 3e partie et surtout p. 133 à 143); les géologues américains la qualifieraient certainement de flexure rompue. — Par définition, le mot flexure cesse d'être applicable dès que le flanc de raccordement entre deux massifs peu dérangés devient renversé, puisque la production de tout renversement exige nécessairement un mouvement horizontal; l'expression überschobene Flexur proposée par Suess nous semble donc inadmissible comme étant contradictoire; elle est d'ailleurs inutile, car ainsi que le fait observer Bittner (Bemerk. zu einig. Abschnitten d. „Antlitz d. Erde" von E. Suess, Verhandl. K. K. Geol. R.—A. 1887. p. 24—33), en supposant qu'une flexure vienne à être soumise au refoulement latéral et se renverse, comment pourrait-on la distinguer, dans la pratique, des plis véritables qui ont été constitués directement à l'état de plis renversés ou couchés?

C. Modes de groupement des failles et des flexures.

[126]) Spaltenverwerfung, Heim, Mechanismus der Gebirgsbildung, I; — faille de crevassement, H. Schardt, Géol. du Pays-d'Enhaut Vaudois (Bull. Soc. Vaudoise des Sc. Nat., Vol. XX) 1884 (traduction du terme précédent).

[127]) Faltenverwerfung, faille de plissement. Comme pour le No. [126]) — Ebenso unterscheidet Mojsisovics Verwerfungsbrüche und Faltungsbrüche (Die Dolomitriffe von Südtirol und Venetien, 1879, p. 515 u. folg.)

128) faille simple, Vézian, Jura II p. 79.

129) einfache Abgleitung, Richthofen, Führer, p. 601.

130) single line (d) fault, Jukes Browne, loc. cit. p. 365; — J. B. Jukes, The Student's Man. of Geol. 1862 p. 254—255.

131) faille composée. Vézian (loc. cit. p. 82) voudrait réserver cette épithète aux failles qui se rencontrent en profondeur; la constatation de ce fait étant le plus souvent impossible, il nous semble bien préférable de conserver à cette expression le sens qui lui est donné ici, sans y introduire cette restriction, que rien ne justifie d'ailleurs dans la signification de l'adjectif composé.

132) Verwerfungszone, Moesta, loc. cit. p. 61. Il dit aussi: zonale Dislocation, Dislocationszone, Bruchzone, Bruchzug.

133) compound fault, Jukes-Browne, loc. cit. p. 355.

134) Terrassenförmige Verwerfung, Köhler, Die Störungen etc. p. 11.

135) Staffelbruch, Richthofen, Führer p. 602. Die Bewegung, welche zu diesem Resultate führt, nennt Richthofen Staffelsenkung, Staffelgleitung.

136) staffelförmig stehende (oder abgestufte) Verwerfung, Suess, Antlitz, I p. 170, 172.

137) step-fault, Jukes Browne, loc. cit. p. 355.

138) wechselsinnige (Verwerfungen) Richthofen, Führer, p. 603.

139) balance of throw, Jukes Browne, loc. cit. p. 355.

140) faille ramifiée, Vézian, loc. cit. p. 79.

141) branching fault, Powell, Exploration etc. fig. 69.

142) (to) split at the ends, Jukes Browne, loc. cit. p. 365.

143) paquet, A. de Lapparent, Traité de Géol. 2e éd. p. 1448. Voir aussi plus haut, p. 14.

144) Scholle, A. von Lasaulx, Die Gebirge und ihre Entstehung (Kenngott's Handwörterb. d. Min. I, 1883, p. 526 seq.); Richthofen, China, II 242 & passim. Derselbe fügt die folgenden Definitionen bei: „Ein mit Absenkung verbundener Bruch zerlegt eine Platte oder Tafel in zwei Schollen. Diejenige der letzteren, welche die höhere Lage einnimmt, kehrt der anderen die Schollenbruchseite zu, welche in der Regel steil ist. Die Höhenlinie dieses Abfalles ist die Schollenkante; an sie lehnt sich nach der entgegengesetzten Seite die Schollenfläche, welche entweder horizontal oder (und zwar wohl stets von der Kante hinweg) geneigt ist, und in letzterem Fall entweder eine schiefe Ebene bildet oder concav ist. Man kann diejenige mit horizontaler Fläche eine Plattscholle, die mit geneigter ebener Fläche eine Keilscholle, die mit geneigter concaver Fläche eine Hohlscholle nennen. Alle diese Formen finden sich bei ganz verschiedenem innerem Bau. Die Schollenkante ist eine imaginäre, stets durch äussere Agentien längst zerstörte Linie. An ihre Stelle tritt in Wirklichkeit der Schollenkamm oder die Schollenfirst, welche die actuelle Linie höchster Erhebung bezeichnet.“ (Führer, p. 655).

145) Gebirgsstück, Massenstück, von Carnall. p. III, 4.

146) Gebirgstheil, Naumann, Lehrb. d. Geogn. 2. Aufl. I p. 929.

147) Gesteinsplatte, Erdkrustenplatte, Brögger, Bildungsgesch. d. Kristianiafj. p. 61, 114 & passim.

148) orographic block, Russell, loc. cit. p. 442.

149) diastrophic block, Voir ci-dessus, note [1].

150) fault-block, Diller, loc. cit. p. 15 (379).

151) prism, Lesley, On a fine upthrow fault etc. (Proc. American Philos. Soc. 1872 p. 444—457).

152) L'adjectif surélevé a sur soulevé l'avantage de n'exprimer que le rapport actuel de position entre un massif et ceux qui lui sont contigus.

153) butoir, A. de Lapparent, Traité de Géol., 2e éd. p. 1441.

154) Horst. Ce terme, depuis longtemps employé dans les mines, a été définitivement consacré dans la science par Suess (Antlitz, I, p. 167).

155) Rücken, Insel oder Thürme, Brögger, Spaltenverwerfungen etc. p. 393.

156) heaved block, Russell, loc. cit. p. 442.

157) uplift, upthrust. Ces deux mots, qui au propre signifient l'action et non le résultat, ont été employés parfois pour désigner le massif surélevé lui-même; le second a été proposé pour des massifs d'une faible étendue qui ont été soulevés d'une manière très-brusque et portés à une altitude notable au-dessus des régions environnantes (C. A. White, loc. cit.) — Voir ci-dessous, note 172).

158) Graben, voir note 154) = e: trough-fault. Grabensenkung, Richthofen, Führer p. 603; Graben-Versenkung, von Koenen, loc. cit. p. 54. — Suess appelle einseitiger Graben les dépressions formées par une seule faille combinée avec l'inclinaison des couches, ou tout au moins par des failles inégalement développées de part et d'autre (Mer Morte etc. — Antlitz, I, p. 481. Voir aussi Diener, Libanon, p. 381).

159) Bikataklase, F. Löwl, Ueber Thalbildung, 1884 p. 29.

160) Rinne, Brögger, Spaltenverwerfungen etc. p. 392.

161) sunken block, Lesley.

162) thrown block, Russell, loc. cit. p. 442; downthrown, Lesley?

163) Kesselbruch, Suess, Antlitz, I, p. 175. Beispiel: Einbruch bei Nördlingen (Ries) zwischen fränkischem und schwäbischem Jura (Deffner, Suess).

164) Kesseleinbruch, Richthofen, Führer, p. 604.

165) Ringkataklase, Löwl, loc. cit.

166) Tiefe, Brögger, Spaltenverwerfungen etc. p. 393.

167) Beckensenkung, Schüsselsenkung, Richthofen, Führer p. 605.

168) palier, E. Jourdy (dans un sens un peu différent), Explication de la carte géologique du Jura dôlois (Bull. Soc. Géol. de France [2] XXVIII, 1871, passim et partic. p. 256); Orographie du Jura dôlois (ibid. XXIX, 1872 p. 346).

169) Staffel, Richthofen, Führer p. 602.

170) step, Jukes Browne, loc. cit. p. 355.

171) (Flexurgebirge, Richthofen, Führer p. 658). C'est ainsi que devrait s'expliquer, d'après Suess, la formation des zones surélevées, occupées par des couches peu dérangées, rattachées aux couches presque horizontales de leur pied par des bandes étroites où l'inclinaison des strates est très-forte. Les monts Uinta (Wyoming et Utah, U. S. A.) en sont le plus bel exemple connu (voir Powell, Geology of the Uinta Mountains, 1876; Clarence King, Geol. Exploration of the 40th Parallel, I et II, 1877—78; C. A. White, loc. cit; Suess, Antlitz, I p. 728--730, 734—737), ce qui leur a valu d'être choisis par Powell pour servir à désigner l'un de ses types of orographic structure: „Uinta structure" (Geol. Uinta Mts. p. 11), adopté à sa suite par Geikie sous le nom de „Uinta type of flexure" (Text-book of Geol. Ist ed. p. 914). Néanmoins la grande amplitude des dénivellations correspondantes et le fait que la principale des lignes de dislocation de ce système (Midland Flexure et Grand Hogback Flexure, White) passe latéralement à un vrai pli renversé (Elk Mountains fold, W. H. Holmes, Report on the geology of the N. W. portion of the Elk range, Hayden's Ann. Rept. for 1874 p. 68 seq.) nous paraissent rendre fort improbable l'hypothèse d'après laquelle le redressement des couches affectées serait dû exclusivement à un mouvement vertical; un rapprochement horizontal nous semble indispensable à invoquer pour expliquer les faits tels qu'ils se présentent. La légère convexité de la bande surélevée, perpendiculairement à sa direction générale, indique du reste qu'il y avait tendance à sa transformation en un pli anticlinal du type ordinaire. — Le „Park type" est une variété du précédent, caractérisée par la présence de schistes cristallins au lieu de

terrains sédimentaires dans la zone surélevée; son nom est emprunté aux chaînons des Montagnes Rocheuses dans l'Etat du Colorado. Enfin, Powell a proposé l'expression de „Kaibab Structure“ (du Kaibab, plateau situé dans l'Arizona) pour désigner, la disposition des massifs surélevés à surface plane que limitent de chaque côté des failles ou des flexures. — Les plateaux du Colorado nous fournissent également un bel exemple de massif affaissé entre deux flexures (Flexurgraben), entre Defiance et Nutria (Gilbert: Report on portions of New Mexico and Arizona, in Wheeler, Geogr. Surveys W. of the 100th Meridian, vol. III Geology, p. 565, fig. 109, 1875).

172) Théoriquement, la distinction devrait pouvoir se faire conformément à ce que nous avons dit dans le dernier paragraphe de la p. 31: on verrait ainsi s'il y a eu simplement amincissement des couches (et par suite mouvement exclusivement vertical) ou au contraire redressement des mêmes couches sans diminution d'épaisseur ou même avec épaississement local (c'est-à-dire mouvement horizontal et rapprochement latéral); Mais on conçoit qu'en pratique la chose soit difficilement réalisable. Le cas le plus extrême parait offert par deux montagnes isolées voisines des Monts Uinta appelées Junction Mountain et Yampa Peak, décrites par White (loc. cit.). La tendance à la forme anticlinale y est même si marquée que Powell fait de la première montagne le type de sa „simple anticlinal structure“ (Geol. of the Uinta Mts. p. 10—11), exemple qui prouve combien il est parfois difficile de se prononcer sur la nature des mouvements auxquels les dislocations doivent leur origine.

173) Horste erster Ordnung, Suess, p. 167.

174) Exemples: faille-limite du bassin houiller franco-belge (celle-ci est inverse), du bassin houiller de la Loire, etc.

175) Randverwerfung, Moesta, loc. cit. p. 78.

176) boundary-fault, Jukes Browne, loc. cit. p. 364.

177) Zwillingshorste, Diener, Libanon, 1886, p. 396 folg. L'exemple des Vosges et de la Forêt-Noire, avec la plaine intermédiaire du Rhin, est depuis longtemps classique (E. de Beaumont, etc.); celui du Liban et de l'Antiliban n'est pas moins net.

178) gleichsinnige und wechselsinnige (Verwerfungen) Richthofen, Führer p. 603.

179) untergeordnete Horste, Suess, p. 167.

180) Durchsetzung zweier Sprünge, Köhler, Störungen, p. 12.

181) trough-fault, trough-piece, Jukes Browne, loc. cit. p. 356. J. Beete Jukes dit aussi: a pair of faults (Student's Manual, p. 260).

182) Topley, Geology of the Weald (Mem. Geol. Surv. England & Wales, 1875, p. 238). — Une autre explication a été proposée par von Koenen pour le cas où l'inclinaison des couches, situées de part et d'autre de la bande effondrée, est en sens inverse vers l'extérieur: il suppose qu'il y a eu alors production d'une fente unique dont les côtés allaient en s'écartant vers le haut, et qu'un fragment cunéiforme s'étant détaché d'une des lèvres a glissé dans la fracture en la fermant, jusqu'au point où le rapprochement des deux parois opposées l'empêchait de descendre davantage (von Koenen, Ueber das Verhalten von Dislokationen etc., p. 59—60).

183) C'est peut-être ainsi que doit s'expliquer la structure singulière des vallées tiphoniques dont M. Choffat a signalé l'existence en Portugal (Bull. Soc. Géol. de France [3] vol. X p. 267 seq. 1882; Nouvelles données sur les vallées tiphoniques et sur les éruptions d'ophite et de teschenite en Portugal, Journal de Sc. Mathem. Phys. e Nat., XXIX, 1884).

184) Brücke, Mojsisovics in Suess, Antl. der Erde I, p. 166.

185) gleichförmig, ungleichfömig, Richthofen, Führer, p. 605.

186) charnière, Daubrée, loc. cit. p. 348.

187) noeud, Vézian, loc. cit. II p. 90—91.

[188]) Verkehrung, Suess, Antlitz, I p. 173.

[189]) failles à charnière, Daubrée, loc. cit.

[190]) Schraubenbruch, Richthofen, p. 606. Naumann nennt die Stücke einer Verwerfungslinie beiderseits eines Wendepunkts, welche sich durch entgegengesetzte Bewegung auszeichnen, die Flügel der Verwerfung (allerdings zu vermeiden, um nicht Verwechslung mit den Flügeln oder Seiten der Verwerfungsfläche hervorzurufen) Lehrbuch, I, 2. Aufl. p. 929—939. — Elie de Beaumont a depuis longtemps cité un exemple de ce genre (Explic. Carte Géol. de la Fr. 1841, I, p. 296).

[191]) Tafelscholle, Richthofen, Führer, p. 657.

[192]) platform, Dutton, High Plateaus of Utah, p. 48—49.

[193]) table. — Ce mot a été plutôt employé dans un sens purement topographique.

[194]) Lesley emploie le subst. tilt pour exprimer la non-horizontalité de la surface des massifs (Note on a fine upthrow fault, etc. p. 454). — tipped, Powell, Geol. of the Uinta Mts., p. 16. — Cette disposition caractérise notamment les chaînes du „Great Basin" de l'Utah et du Nevada, constituées par des crêtes monoclinales que séparent de grandes failles; aussi Powell a-t-il proposé de la désigner sous le nom de Basin Range structure (Voir pour une bibliographie des failles du Great Basin, I. C. Russell, Bull. Philos. Soc. Washington, 1886 p. 6—7).

[195]) Repetition, Naumann, 2. Aufl. I, p. 930.

[196]) repetitive faulting, Dutton, High Plateaus of Utah, p. 244.

[197]) monoclinal faulting, W. M. Davis, The structure of the triassic formation of the Connecticut Valley (American Journ. Sc. 1886, Dec., p. 342—352).

[198]) Naumann, loc. cit. I, p. 930.

[199]) zone of diverse displacement, Powell, Geology of the Uinta Mountains, p. 16 seq.

[200]) Voir notamment les travaux déjà cités de Brögger sur la Norvège méridionale, et de Kjerulf sur la même région (Nyt. Mag. f. Naturvidenskaberne, XXVIII p. 79, 171; — Neues Jahrb. f. Min. 1884, Bd. 1. p. 116—157; Bull. Soc. Géol. de Fr. XII, p. 637, 1884).

[201]) Längshorst, Richthofen, p. 660.

[202]) Diagonalhorst, id. p. 659. Humboldt a signalé il y a longtemps, dans un passage remarquable de son Asie Centrale (I, p. 277—284, 1843), plusieurs exemples de chaînes de montagnes dont la direction ne coïncide pas avec celle des couches qui les constituent; Tietze (Tektonik des Albursgebirges, Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. 1877, p. 394—396), Neumayr Bittner & Teller (Geol. Verhältnisse eines Theiles der Aegäischen Küstenländer, Denkschr. d. k. Akad. Wien, Mat.-Naturwiss. Cl., XL, p. 389, 1880), Richthofen (China, II, p. 636, 1882 — Führer p. 659) ont décrit plus récemment de nombreux cas analogues et les géologues américains ont retrouvé le même fait dans leurs Sierras du Great Basin.

[203]) L'adjectif plagioclinal a été proposé par M. Callaway (On plagioclinal Mountains, Geol. Mag. 1879, p. 216—221) pour désigner ces chaînes dirigées obliquement aux couches, fréquentes dans les régions occupées par des terrains anciens, telles que la partie de l'Angleterre voisine du Pays de Galles.

[204]) Querhorst, Richthofen, Führer, p. 659. Un bel exemple est fourni par la presqu'île de Sorrente, séparant le golfe de Naples de celui de Salerne, et dont la structure vient d'être étudiée par J. Walther (I vulcani sottomarini del Golfo di Napoli, Boll. Comitato Geol. d'Italia 1886, p. 360—369, pl. VIII; Walther und Schierlitz, Studien zur Geologie des Golfes von Neapel, Zeitschr. d. D. Geol. Ges. 1886, p. 295 seq.)

[205]) Abrasionsscholle, Richthofen, p. 657.

[206]) Transgressionsscholle, ibid.

[207]) Richthofen unterscheidet noch folgende Horsttypen: Tafellandhorste, Kernhorste (= Faltungsgebirgs-Theile, aus älteren Felsarten bestehend und horstartig aufragend), Rumpfhorste (Kerne in abradirten Gebirgen, von Verwerfungen zerschnitten), Führer, p. 659.

[208]) Tafelbrüche, Suess, Antlitz, I p. 174.

[209]) Sprungbündel, ibid. p. 161.

[210]) Exemple: High Plateaus of Utah (Dutton).

[211]) Bruchnetze, Suess. l. c., p. 166. Beispiel: Süddeutsches Senkungsgebiet zwischen Schwarzwald und Böhmen.

[212]) Systèmes conjugués, Daubrée. Vézian emploie cette expression dans une acception différente: il la réserve au cas de deux failles rigoureusement parallèles (Jura, II, p. 184).

[213]) peripherische Brüche, Deffner in Suess, I, p. 166.

[214]) umkreisende, Brögger, Spaltenverwerf. in der Gegend Langesund-Skien, p. 387.

[215]) Radialsprünge, Deffner in Suess I, p. 166.

[216]) ausstrahlende, Brögger, Spaltenverwerfungen etc., p. 387.

[217]) „... it seems more convenient for the reader and investigator to regard, at least tentatively, the lower, which is the larger mass, as the fixed one; and the higher, which are relatively the smaller masses, as those that have been uplifted ...“ (C. A. White, Hayden's Annual Report U. S. Geol. and Geogr. Survey of the Territories for 1876, p. 41, foot-note). — A. de Lapparent, Traité de Géologie, 2e éd., p. 1441—1442, 1885.

[218]) Elie de Beaumont, Explication de la Carte Géol. de la France, I, p. 435—437, 1841; A. de Lapparent, loc. cit.; Diener, Libanon, p. 396—397, 1886. — J. Beete Jukes a développé de son côté la même idée (Student's Manual of Geol. 1862, p. 260—262).

[219]) Expériences de Daubrée, loc. cit. p. 307 seq.

II. Dislocations résultant de mouvements horizontaux. A. Des Plis.

1) Des plis en général.

[220]) L'expression de refoulement a été introduite dans la langue géologique par H. B. de Saussure (Voyages dans les Alpes 1796): „Ce fait fournit un bel exemple du refoulement que je regarde comme la cause générale du redressement des couches originairement horizontales“.)

[221]) side pressure, Lesley, 2d Geol. Surv. Pennsylvania, Rept. X p. 25—26. side-thrust, Lesley, ibid. Rept. T^3 p. 336.

[222]) Sattelung, K. Th. Liebe, Uebersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens (Abhandl. zur geol. Specialkarte v. Preussen. Bd. V, Heft 4), p. 38, 1884.

[223]) plication. Ce mot a été quelquefois employé pour désigner non plus l'action même du plissement, mais ses résultats c'est-à-dire les plis (Dana, Manual of Geol. 3d ed. passim, etc.)

[224]) flexure a été souvent employé comme synonyme de fold (Rogers, Dana, etc.) Nous avons déjà donné plus haut les raisons qui militent en faveur de la restriction de ce terme au cas des plis monoclinaux.

[225]) anticlinal, introduit dans la science par Conybeare et Buckland, Observations on the South-Western Coal district of England (Geol. Transact. [2] vol. I, pt. 2, 1822—24, p. 213).

[226]) voûte, H, B. de Saussure, Voyages dans les Alpes, vol. I, § 338, p. 275.

Neuchâtel, 1779; J. Thurmann, Essai sur les soulèvements jurassiques du Porrentruy, 1832—36, etc.

227) soulèvement en voûte. Cette expression, adoptée par plusieurs géologues jurassiens (Vézian, etc.), nous semble fautive en ce qu'elle désigne le résultat (= la voûte) par le mot qui sert à désigner l'action (- le soulèvement). Thurmann et Gressly emploient de même constamment soulèvement comme équivalent de pli ou de chaîne.

228) arch, proposé par W. B. & H. D. Rogers, On the physical structure of the Appalachian chain etc., p. 485. Ce mot se trouve déjà dans Conybeare et Buckland, loc. cit. p. 233, 262. — anticline, Ch. Lapworth, the Secret of the Highlands (Geol. Mag. 1882, p. 198—199, 337—344, pl. V, fig. 10 et pl. VIII).

229) synclinal est de Conybeare et Buckland (d'après Naumann, Lehrb. d. Geogn. 2. Aufl. , I. Bd., p. 885). Nous n'avons pas pu retrouver la citation exacte.

230) auge (traduction exacte du mot allemand Mulde) employé par E. Jourdy, Orographie du Jura dôlois (Bull. Soc. Géol. de France [2] vol. XXIX), p. 350 seq. 1872.

231) maît ou maie, proposé par Desor (Bull. Soc. Sc. Nat. Neuchâtel, VI, 1862—63, p. 11 et 15).

232) trough, proposé par W. B. & H. D. Rogers, On the phys. structure of the Appalachian chain etc., p. 485. -- syncline, Lapworth, loc. cit.

233) basin, Rogers, Geol. of Pennsylvania II, p. 292, 897.

2) Des parties d'un pli.

234) ailes, Ch. Barrois, La structure stratigraphique des montagnes du Menez (Côtes-du-Nord) (Ann. Soc. géol. du Nord XIII, 1885, p. 67).

235) jambages, H. Schardt, Etudes géol. sur le Pays-d'Enhaut vaudois, 1884, p. 153.

236) combles, mot employé par les mineurs dans le bassin houiller franco-belge.

237) pans, Gilliéron, Jahresbericht Schweiz. geol. Ges. 1884, p. 11.

238) pendages, Kuss, loc. cit. p. 20 (à éviter comme correspondant plutôt à inclinaison); — reins (d'une voûte): on dit aussi retombée de la voûte (terme également emprunté à l'architecture).

239) Schenkel, Baltzer, Der Glaernisch 1873, p. 41; Heim, Mechanismus d. Gebirgsbildung.

240) Flügel, Naumann, Lehrb. d. Geogn. (2. Aufl.) I, p. 887. En décrivant la „Glarner Doppelfalte“ Heim s'est servi du mot Flügel pour désigner chacun des deux plis qui par leur réunion constituent la „Doppelfalte“ (Mechanismus, Bd. I, p, 227); de même Baltzer (Der Glaernisch, p. 55); ce dernier emploie aussi Schenkel dans ce sens (Oberland, p. 235).

241) limbs, sides, parts, slopes, flanks, legs, branches, Rogers (Transact. Amer. Geol. loc. cit., p. 485, 491, 494 & passim; Geol. of. Pennsylv. II, p. 888, 897, 899)

242) shanks, W. M. Davis, The folded Helderberg Limestones East of the Catskills (Bull. Museum Comparat. Zoöl., vol. VII, 1883), p. 325.

243) members, S. F. Emmons, Geology of the Toyabe Range (Geol. Explorat. 40th. Parallel, vol. III, 1870), p. 326.

244) On a dit aussi crête; mais ce mot doit être plutôt réservé au cas où le pli est considéré longitudinalement, ce que nous appellons l'arête anticlinale. L'expression de courbure (anticlinale ou synclinale) employée comme synonyme de ce que nous appelons charnière nous paraît impropre, ce mot désignant simplement l'état d'une chose courbée et non le point où l'inclinaison des couches change de sens.

245) Gewölbebiegung, Heim, Mechanismus, Atlas, Taf. XVI, Fig. 2 = Rücken

(eines Sattels) od. Sattel —, Naumann, I, 945, 950; Krümmung, Baltzer, Der mechanische Contakt von Gneiss u. Kalk im Berner Oberland, p. 180; Ende, ibid. p. 182 (nicht zu verwechseln mit der Ende einer Falte nach der Längserstreckung ihrer Axe betrachtet); Scheitel, A. von Lasaulx, Die Gebirge und ihre Entstehung (Kenngott's Handwörterb. d. Mineralogie, Geol. u. Pal., I, 1883), p. 532.

[246]) crown, Peckham, Production technology and uses of Petroleum and its products (Tenth Census of the U. S. 1880, vol. X, pt. 1, p. 39, 1884).

[247]) archcurve, arch bend, Lapworth.

[248]) anticlinal turn, V. infrà (note [252]).

[249]) Muldenbiegung, Heim = Muldenbauche, Naumann (I, p. 945).

[250]) through bend, base, Lapworth.

[251]) jaw (of the synclinal), Lesley, 2d Geol. Surv. of Pennsylv. Rept. D[3] vol. I, p. IX.

[252]) synclinal turn, Rogers, Geol. of Pennsylv., vol. II, p. 899.

[253]) boutonnière, Elie de Beaumont cité par A. Favre, Recherches géol. Savoie, vol. II, p. 366, 1867. — Thurmann, en se fondant sur le degré d'ouverture plus ou moins profonde des voûtes du Jura, a proposé d'y distinguer quatre ordres différents, caractérisés chacun par l'affleurement, au centre des voûtes correspondantes, de couches de plus en plus anciennes; ce mode de division, commode pour donner une diagnose géologique rapide des diverses chaînes, ne possède naturellement qu'une valeur toute locale, ou plutôt régionale; Thurmann voyait d'ailleurs dans la venue au jour des couches profondes suivant l'axe des voûtes, l'effet d'un écartement actif résultant de l'acte même du plissement, quelque chose comme un cratère de soulèvement effectué toutefois suivant une ligne au lieu de se produire autour d'un point.

[254]) aerial arch, Lesley, 2d Geol. Surv. Pennsylv. Rept. X, p. x.

[255]) dome, A. H. Green, Physical Geology (2d Ed.) 1882, p. 477; — swell, Dutton, High Plateaus of Utah. p. 19; 2d Ann. Rept. U. S. Geol. Surv., p. 56 (description of the San Rafael Swell).

[256]) Wendung, Naumann I, p. 887; contour, Kuss, loc. cit., p. 22 (traduction du mot Wendung).

[257]) noyau de la voûte, Leymerie, Description géol. des Pyrénées de la Haute-Garonne, 1881, p. 278.

[258]) Gewölbekern, Heim.

[259]) arch core, Lapworth.

[260]) Muldenkern, Heim.

[261]) trough core, Lapworth.

[262]) axis-plane, Rogers, On the physical structure etc., p. 485, pl. XVI. (Lapworth nomme sigmal or plexal axis le plan de symétrie d'un pli couché, plan qui par conséquent coupe obliquement le flanc renversé de ce pli. — Voir plus loin pour les plis couchés). Brögger (Die Silur. Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet etc., 1882, p. 216) qualifie le plan axial de Knickungsebene quand les deux flancs d'un pli se raccordent d'une manière brusque par un angle nettement accusé (plis en chevron).

[263]) Sattellinie, Muldenlinie, Naumann, I, p. 888.

3) Des différents types de plis.

[264]) (pli) droit = voûte droite, Schardt, p. 153. Le même auteur appelle régulières les voûtes où l'épaisseur des couches est restée intacte, par opposition avec les plis écrasés (ibid.)

[265]) stehende (Falte), auch normal und gerade, Heim, Mechanismus, Bd. II, p. 197, 1873.

[266]) aufrechte (Falte), Baltzer, Der Glaernisch, ein Problem alpinen Gebirgsbaues, p. 45.

267) gleichförmig stehende, Richthofen, Führer, p. 610.

268) normal, Lapworth. Ce mot devra être évité en anglais, à cause de la variété des sens dans lesquels il a été employé: en 1844 les frères Rogers ont proposé de réserver l'épithète de normal pour les plis déjetés sans renversement (notre seconde catégorie), sous prétexte que la dissymétrie est la règle (On the physical structure etc., p. 485).

269) symmetrical, Rogers 1858 loc. cit.; Lapworth.

270) (pli) déjeté, Schardt, p. 153; déjettement, Thurmann, Résumé des lois orographiques générales du système des monts Jura (Bull. Soc. Géol. de Fr. [2], vol. XI, p. 42 (1853).

271) (pli en) genou (Knie), Desor (Archives des Sc. Genève, 1872, vol. XLV, p. 24); A. Bittner dit également Knie, Kniefalten, knieformige Falten (Ueber die geol. Aufnahmen in Judicarien u. Val Sabbia, Jahrb. K. K. geol. R.-A., 1881, p. 360, 364).

272) schief, Heim.

273) geneigt, Baltzer, Glaernisch, p. 45.

274) ungleichförmig stehend, Richthofen, Führer, p. 610.

275) Voir la note 268).

276) unsymmetrical, Ashburner, Brief description of the Anthracite fields of Pennsylvania, p. 8, 1884.

277) fr: déjettement = e: leaning („the decided northward leaning of the appalachian folds", Lesley 2d Geol. Surv. Pennsylv. Rept F2, p. VII); inclining („this — of the unsymmetrical and reversed flexures towards the north" Ashburner, loc. cit. p. 9). déjeté = pushed over (anticlinal folds with their ridges — northward", D'Invilliers, 2d Geol. Surv. Pennsylv. Rept. D3, vol. 2, p. 36—37). — Voir ci-dessus, p. 7, au sujet du sens réel des mouvements.

278) Thurmann, assimilant le flanc déjeté d'un pli à l'escarpement d'une faille, appelle regard d'un pli le côté de l'horizon auquel son flanc le plus abrupt fait face (Résumé des lois orogr., etc., p. 47, note).

279) repli, Renevier, Notice géol. Alpes Vaudoises (Archives des Sc. 1877), p. 40—41. — Si l'érosion entame obliquement à sa direction un pli renversé, il y a torsion hélicoïde des couches ou production d'affleurements hélicoïdes (voir un bel exemple (Argentine) dans Renevier, ibid. et Compte-rendu excursion Soc. Géol. Suisse 1886).

280) S-förmige Biegung, Baltzer, Glaernisch, p. 42—43.

281) Ueberkippung est plutôt le résultat de la production d'un pli que le pli lui-même (= renversement).

282) Ueberfaltung, Brögger, Die Silurischen Etagen 2 u. 3 im Kristianiagebiet und auf Eker, 1882, p. 177; Suess, Antlitz, I, p. 147. D'après la désinence ce mot, que Brögger crée comme synonyme d'Inversion, est plutôt l'action (le plissement) que le résultat (le pli); c'est pourquoi nous proposons Ueberfalte.

283) inverted [flexure], Rogers, On the physical structure etc.; folded [flexure], H. D. Rogers, Geol. of Pennsylvania, II, pt. 2, p. 889; folded nous paraît impropre comme n'exprimant pas la présence d'un renversement.

284) inversion, Lapworth (voir ci-dessus notes 281 et 282). overfold, Lapworth (traduction de l'Ueberfaltung de Brögger); reflexed fold, sigma-flexure, sigmaplex, sigmoidal fold, Lapworth.

285) reversed fold [flexure], Ashburner, loc. cit., p. 8; collapsed f., Prime, 2d Geol. Surv. Pennsylv., Rept. DD, p. 53—55; D'Invilliers ibid., Rept. D3, vol. II (pl. 1), p. 36—37 (appliqué à un pli synclinal); overthrown, Prime, loc. cit.; Lesley (ibid. Rept. D3, vol. 1, p. X) dit: „an overthrown collapsed synclinal".

[286]) overturned anticlinal or overturn, Ashburner loc. cit., p. 8 (foot-note).

[287]) liegende Falte, Heim; liegende Gewölbe, Baltzer, Glaernisch, p. 45; Naumann dit déjà liegende Schichtengewölbe, liegende Sattel- oder Muldenbiegung (Lehrb. I, p. 885).

[288]) Voir pour la description du grand pli couché de la Windgälle, Heim, Mechanismus, Bd. 1 u. Atlas; C. Schmidt, Geol.-petrogr. Mittheilungen über einige Porphyre der Centralalpen etc. (Neues Jahrb. f. Min.. Beilage-Bd. IV, 1880, nebst Karte und Profile).

[289]) Gewölbeschenkel, Heim.

[290]) arch limb, roof, Lapworth.

[291]) Mittelschenkel, Heim.

[292]) middle limb, common limb, partition, Lapworth.

[293]) Muldenschenkel, Heim.

[294]) trough limb, floor, Lapworth.

[295]) seitliche Luftsattel, Baltzer, Glaernisch, p. 46.

[296]) Voir B. Studer, Les couches en forme de C dans les Alpes (Archives des Sc. Genève, 1861, vol. XI, p. 5). C-förmige Biegung (Baltzer, Glaernisch, p. 42; Studer, etc.)

[297]) Rücken, Balzer, Oberland, p. 181.

[298]) coin, Studer.

[299]) Keil, Studer. Voir l'excellente monographie déjà citée de Baltzer; cet auteur (p. 182) propose la restriction indiquée.

[300]) écart angulaire (des branches d'un pli), Ch. de la Vallée Poussin et Renard, Note sur le mode d'origine des roches cristallines de l'Ardenne française (Bull. Acad. Roy. de Belgique, 1885), p. 23 (15).

[301]) L'adjectif isoclinal paraît avoir été employé pour la première fois par H. Abich: „In dem kaukasischen Gebirge befindet sich das Ganze der Sedimentärformationen nicht . . . in antiklinaler Stellung . . .; vielmehr ist isoklynales Einfallen der Schichten gegen N. und N. O. das eigentliche Grundgesetz.“ (Vergleichende geol. Grundzüge der kaukasischen etc. Gebirge, Mém. Acad. Sc. St. Petersbourg (VI), vol. VII, 1858, p. 99 (459). Il ne semble pas avoir été généralement adopté jusqu'à ce que Heim l'ait proposé, apparemment d'une manière indépendante (voir pour la distinction entre isoclinal et monoclinal, plus haut, note [98]). Naumann avait proposé heteroklin dans un sens identique à ce que nous appelons isoclinal (Lehrb., 2. Aufl., I, p. 885, 888) par opposition avec homöoklin (od. parallel, ibid. p. 883), qui fait double emploi avec monoclinal; mais ces deux mots ne sont jamais devenus d'un usage courant. Von Lasaulx a employé au contraire heteroklinal pour le cas où les couches plongent en sens inverse à partir d'un point ou d'une ligne, c'est-à-dire pour le cas des plis synclinaux et anticlinaux ordinaires (Die Gebirge etc., p. 531).

[302]) = voûte isoclinale, bassin isoclinal, Gosselet, Aperçu géol. sur le terrain devonien du gr. duché de Luxembourg (Ann. Soc. géol. du Nord, XII, 1885), p. 270. — Isoklinalfalten, Heim, die Gebirge, Fig. 4 = gequetschte Falten od. Falten mit isoklinalen Schenkeln, Heim, Mechan. Atlas, pl. XVI, Fig. 12; plis écrasés, Schardt, p. 153.

[303]) isocline, Ashburner, loc. cit. p. 9.

[304]) pli en éventail, voir surtout A. Favre, Recherches géol. Savoie, vol. III, p. 123—142; Lory, Baltzer, Heim etc. L'hypothèse différente que M. Lory a proposé récemment pour expliquer la structure en éventail du massif du Mont Blanc, n'explique pas le double renversement des terrains sédimentaires sur les flancs, fait qui n'est

compatible qu'avec l'explication adoptée ici (voir Bull. Soc. Géol. de Fr. [3] vol. VI, p. 547, 1878; vol. IX, p. 670, 1881).

[305]) = fächerförmige Schichtenzone (aufrecht —), Naumann, p. 884.

[306]) (structure en) éventail renversé, Boucheporn in A. Favre, Recherches géol., vol. III, p. 91. Favre (ibid., p. 90) propose l'expression de structure en forme d'auge, expression qui n'est pas juste, le mot auge (= mulde) ne contenant par nécessairement l'idée du renversement (voir plus haut, note [230]).

[307]) = verkehrt oder umgekehrt fächerförmige Zonen, Naumann p. 884, 889.

[308]) Doppelfalte, cf. die (synclinale) Glarner Doppelfalte (Heim). Doppelfalte a été également employé dans un sens différent: von Lasaulx (loc. cit., p. 533) interprétant mal Heim nomme ainsi de simples plis couchés à flanc renversé plus ou moins étiré; Baltzer (Oberland, p. 180) qualifie de Doppelfalte deux plis déjetés dans le même sens et couchés l'un par dessus l'autre; cette expression ne devra donc être employée dorénavant qu'en spécifiant nettement le sens. (Voir aussi ci-dessus le chapitre relatif à la combinaison d'un mouvement latéral d'ensemble avec un mouvement vertical localisé, p. 84—87).

[309]) Heim.

[310]) Baltzer.

[311]) Voir pour l'histoire des Klippen, Neumayr, Jurastudien, I, Der Penninische Klippenzug (Jahrb. K. K. geol. Reichsanst., XXI, 1871), p. 451, 526—536; Stache, Vorläufige Bemerkungen über die tektonische Bedeutung der Klippen im Gebirgsbau der Karpathen und die wahrscheinlichen Ursachen ihrer Entstehung, Verhandlungen id. 1868, p. 279—282; A. de Lapparent, Traité de Géol. (2e éd.), p. 1399. — Une opinion plus répandue considère les Klippen comme de véritables récifs (Moesch, Kaufmann, Heim etc.)

[312]) Heim, Geol. Karte d. Schweiz, Bl. XIV.

[313]) Heim, Mechanismus, Bd. I.

[314]) Baltzer, Der mechanische Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberlande, nebst Atlas, 1880, p. 183—184: „Isolirung der Gneiss- und Kalk-Schollen durch Abreissen bei dem mechanischen Prozess der Faltung“.

[315]) Heim, Mechanismus.

[316]) D'Invilliers dit: „the subsequent refolding of the whole“ (2d Geol. Surv Pennsylv., D3, vol. II, p. 39).

[317]) Heim, Geol. Karte d. Schweiz, Bl. XIV, Text.

[318]) Heim, Mechanismus, Bd. I.

[319]) Heim, Text zu Bl. XIV etc.

B. Des plis-failles.

[320]) Eine Schicht, welche durch stehenden Druck verdünnt ist, bezeichnen wir als zusammengequetscht oder zusammengedrückt; ist sie local ganz vernichtet, so kann man sagen, sie sei ausgequetscht oder zerquetscht. Wird eine Schicht durch sich fortbewegenden Druck verdünnt, so nennen wir diesen Vorgang Auswalzen; dass dabei die Kraft nicht gerade durch eine Walze anzugreifen braucht, ist selbstverständlich, der mechanische Vorgang für die Schichtverdünnung bleibt doch der gleiche. Die deutsche Sprache kennt kein anderes Wort für diesen Vorgang; wir halten hieran trotz den Entgegnungen von Gümbel fest (Heim). Ob die Verstellung der Theilchen plastisch oder von mikroskopisch feinen inneren Brüchen und Zerreissungen begleitet sei, ist gleichgültig für das Endresultat.

321) étranglement, Schardt, p. 159.

322) pli normal, Bertrand, Rapports de structure entre les Alpes de Glaris et le bassin houiller du Nord (Bull. Soc. Géol. Fr. [3], vol. XII, p. 318, 1884).

323) overfold with nearly equal limbs, Lapworth.

324) pli étiré, Bertrand.

325) Heim.

326) overfold with insignificant middle limb, Lapworth.

327) lambeau de poussée, Gosselet, Sur la structure générale du bassin houiller franco-belge (Bull. Soc. Géol. [3], vol. VIII, p. 505 seq. 1879).

328) overfold with local relics of a middle limb, Lapworth.

329) pli-faille, Bertrand.

330) Nous proposons l'expression de pli-faille inverse comme plus précise que la précédente: il est des cas en effet où un pli se trouve entaillé longitudinalement par une faille, sans que cette dernière soit inverse et provienne de l'amincissement du flanc renversé; on pourra alors dire qu'il y a pli-faille, mais il importe évidemment de distinguer par un nom différent ce cas de celui du pli-faille inverse, avec lequel il n'a rien de commun; nous proposerons pour le second l'expression de pli-faille direct, par analogie avec les failles ordinaires. Sans doute, il n'y a alors qu'une coïncidence fortuite de position entre un vrai pli et une vraie faille, un cas hybride en quelque sorte, car il n'y a aucune raison pour que, normalement, le flanc non renversé d'un pli s'étire et passe à une faille; il peut néanmoins être utile d'avoir un terme générique pour des accidents qui paraissent assez caractéristiques de certaines régions (voir notamment les études de M. Kilian sur la Montagne de Lure). On pourrait considérer les plis-failles directs comme un cas transitoire entre les vraies failles ou les flexures rompues et les vrais plis-failles inverses.

331) faille de plissement, Schardt, p. 159.

332) Faltenverwerfung, Heim, Mech., Bd. II, p. 44 (cf. ibid., Bd. I, p. 220—223). Heim a le premier donné la théorie complète de la formation du pli-faille inverse, déjà indiquée sommairement il y a longtemps par les frères Rogers dans leurs belles études sur les Appalaches. W. C. Brögger, auquel on doit d'excellentes observations sur les plis-failles inverses des environs de Kristiania (Die Silur. Etagen 2 u. 3 im Kristianiagebiet etc. 1882, p. 188) et K. A. Lossen, dans ses études sur le Harz (Ueber den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz, Jahrb. K. Preuss. Geol. L.-A. f. 1881, p. 23) étaient arrivés chacun de leur côté paraît-il aux mêmes conclusions. Voir aussi les travaux de Lesley, Köhler, Bertrand etc.

333) Wechsel, Köhler, Ueber die Störungen im Westphälischen Steinkohlengebirge und deren Entstehung (Zeitschr. f. Berg-, Hütten- und Salinenwesen, XXVIII, 1880).

334) fold-fault, overfault, Lapworth; on a dit aussi fault-fold: W. H. Holmes, The great fault fold of the Elk Range [Colorado] in Hayden's Ann. Rept. U. S. Geol. and Geogr. Surv. of the Territories for 1874 (1876), p. 68—71.

335) flexure broken, or passing into fault, Rogers, On the Physical Structure etc., p. 494; reversed fault along a folded anticlinal flexure, Rogers in Medlicott, On the geol. structure and relations of the southern portion of the Himalayan Ranges between the Rivers Ganges and Ravee, Mem. Geol. Surv. India, III, 1864, p. 195.

336) chevauchements ou failles chevauchées, Schardt, p. 160 seq.

337) Aufschiebung, Richthofen, Führer, p. 601.

338) overthrust, Lapworth; cet auteur a également employé comme synonyme le mot upthrust, mais ce mot a déjà été proposé dans un sens tout différent par White (voir ci-dessus, p. 36 et note [157]).

339) thrust-plane, A. Geikie, Peach & Horne, The crystalline rocks of the Scottish Highlands etc., (Nature, Nov. 13, 1884,) p. 29—35.

340) Pour la description des chevauchements du Nord de l'Ecosse, v. l'ouvr. indiqué dans la note précédente; pour ceux du bassin franco-belge, v. Gosselet, ouvr. cité.

341) Les expressions chevauchements anticlinal, isoclinal, synclinal ont été proposées par Schardt, qui en a décrit de beaux exemples offerts par les Alpes Vaudoises (p. 160—166). Le même auteur emploie l'expression de chevauchements latéraux pour désigner „des chevauchements anticlinaux formés par le redressement de l'un des jambages d'une voûte couchée et rompue, par dessus cette voûte et en sens inverse du déjettement. Des chevauchements de ce genre ne peuvent se produire que par l'affaissement d'une voûte sur l'un de ses cotés. Ils sont donc passablement différents des chevauchements anticlinaux proprement dits“ (p. 165). Le mot chevauchement étant généralement restreint en géologie au cas où le mouvement a lieu dans le sens horizontal, il nous semble que la forme d'accident indiquée n'a rien de commun avec les vrais chevauchements; c'est simplement une faille ordinaire, coïncidant en position avec le flanc le plus abrupt d'un pli et ayant joué en sens inverse du déjettement primitif de ce dernier.

342) masse de recouvrement, surface (zone) de glissement, lambeaux de recouvrement, Bertrand.

343) cf. Heim, Mechanismus, II, p. 180 & passim. (lignes de) contact mécanique, Schardt, p. 116 et carte. „Die Bezeichnung Contact gebrauche ich im vorliegenden Fall für die Summe tectonischer und mechanischer durch Seitendruck erzeugter Eigenthümlichkeiten an der Grenze zweier Formationen.“ (Baltzer, Oberland, p. 177.) Mechanische Contactzone, ibid. — A la place de l'adjectif mécanique dont l'application au cas considéré n'est pas très heureuse, il vaudrait mieux employer les expressions de lignes (surfaces, zones) de contact par dislocation.

344) Köhler.

C. Des décrochements horizontaux.

345) Aucune expression n'existant encore en français pour distinguer ce type de dislocations, et le mot de décrochement ayant été employé par M. Bertrand pour en désigner l'effet (Alpes de Glaris, etc., 328), nous avons cru pouvoir l'adopter en y joignant une épithète destinée à rappeler le sens du mouvement effectué.

346) Blatt, mot emprunté par Suess au langage des mineurs des Alpes Orientales, où les gîtes metallifères affectent souvent la forme de minces „feuillets“ verticaux, correspondant au remplissage des fentes qui résultent de déplacements relatifs effectués dans le sens latéral; d'où ce nom, appliqué par extension au type de dislocation considéré (Antlitz d. Erde, I, p. 153—160, où se trouvent indiquées les descriptions locales de F. Posepny). Ce type d'accidents est compris par G. Köhler dans sa classe des „Verschiebungen“ qu'il définit de la manière suivante: „Die Verschiebungen der Lagerstätten sind ebenso wie die Faltung der Gebirgsschichten und die Faltenverwerfungen eine Folge des . . . Horizontaldrucks und zuerst vom Verfasser im westphälischen Kohlengebirge (Preuss. Zeitschr. f. Berg. etc, 1880, Bd. 28, S. 202), später auch im Rammelsberger Erzlager (ebend., 1882, Bd. 30, S. 38, 40) und bei Harzer Gängen (ebend., 1885, Bd. 33, S. 87) nachgewiesen. Es sind darunter diejenigen Störungen zu verstehen, bei denen ein Teil der bereits gefalteten, bezw. aufgerichteten Gebirgsschichten mit den darin eingeschlossenen Lagorstätten von einem anderen Gebirgsteile abgerissen und fortgeschoben wurde. Dabei zeigen sich die Gebirgsschichten sowohl als die Lagerstätten im Sinne der Fortbewegung umgebogen und

allmählich bis zum Verschwinden ausgereckt, ohne dass aber in der Nähe der Verschiebung eine Faltung bezw. Fältelung, wie bei den Faltenverwerfungen, zu beobachten wäre. Ausserdem zeigt die Zerreissungsebene . . . häufig die Spuren der Fortbewegung in Form von Harnischen und Furchen.“ (Die Störungen der Gänge Flötze und Lager, 1886, p. 25—26.) „Es liegt in der Natur der Sache und geht auch aus den vorstehenden Beschreibungen hervor, dass von den Verschiebungen, je nach dem verschieden grossen Widerstande in den einzelnen Gebirgspartieen, verschiedene Arten auftreten können, je nachdem ein Gebirgsstück über, unter oder neben einem anderen fortgeschoben ist.“ (Ibid., p. 29.) En somme, Köhler réunit sous ce nom de Verschiebungen des failles inverses, des chèvauchements horizontaux et des décrochements latéraux; quant à la restriction proposée, consistant à ne comprendre dans cette classe que des dislocations venant affecter des couches déjà plissées antérieurement, elle ne nous semble pas rationnelle, comme visant un fait étranger à ces dislocations considérées en elles-mêmes, et qu'on ne saurait par conséquent invoquer pour les définir.

347) heave: „It is possible . . . that some dislocations may really be lateral shifts, without any vertical displacement. These may be called heaves, and they appear to occur in districts which have been much disturbed and fractured; see „Reports of Miners Assoc. of Cornwall and Devon, 1879, Phenomena of Heaves“ by A. T. Davies“ (Jukes-Browne, Handbook Phys. Geol., p. 359—360 (foot-note). D'autre part le mot heave est très souvent employé pour désigner le rejet latéral apparent résultant d'une faille purement verticale (exemples: Geikie, Text-book, 1st ed., p. 528; Green, Phys. Geol., 2d ed., p. 497). Il est à souhaiter que les géologues anglais s'entendent définitivement sur ce point.

348) apparent horizontal displacement, Hopkins, Researches in Phys. Geol., 1835, p. 61.

349) apparent lateral shift, Jukes-Browne, p. 359.

350) C'est au Bergrath Schmidt que paraît revenir le mérite d'avoir expliqué le premier le rejet latéral apparent; après lui Hopkins (loc. cit.), et plus récemment beaucoup de géologues anglais, ont insisté sur ces considérations.

351) Schiebungsflexur, Richthofen, Führer, p. 608.

352) Staffelverschiebungen, Staffelblätter, ibid., p. 607.

D. Dimensions et rapports mutuels des plis et plis-failles.

353) Betrag der Einbiegung, Baltzer, Oberland, p. 182; le même auteur se sert des mots Ueberlagerung, Hinübergreifen, Auflagerung, Bedeckung pour désigner le recouvrement par une masse renversée. — Einfaltung, Suess, Antlitz, I, p. 147.

354) La nécessité de tenir compte des étirements et des glissements, lorsqu'on cherche à évaluer la longueur primitive des couches, a été bien mise en évidence par M. Bertrand (Alpes de Glaris, etc., p. 320).

355) absoluter Zusammenschub, relativer Zusammenschub, Heim, Mechanismus, Bd. II, p. 212. „Eine dritte Zahl, welche den Charakter eines Gebirges angeben kann, erhalten wir, wenn wir den absoluten Zusammenschub durch die Zahl der Ketten oder der Falten theilen. Wir erhalten so das Maass für die durchschnittliche Intensität der einzelnen Kette oder Falte, dies ist der durchschnittliche Zusammenschub einer Kette, oder die Stärke der einzelnen Falten.“ (ibid.) — Les évaluations de ce genre faites jusqu'à présent sont peu nombreuses; outre celles de Heim pour le Jura et les Alpes, on peut citer celles de Brögger pour la région

silurienne plissée des environs de Christiania (Die Silur. Etagen etc, p. 244: le chiffre 0,23 y a été imprimé par erreur pour 0,43 comme l'indique le contexte [valeur relative de la compression]), de E. W. Claypole pour les Appalaches (Pennsylvania before and after the Elevation of the Appalachian Mountains, a study in dynamical geology-American Naturalist, March 1885, p. 257—268), de Liebe pour la Thuringe (Uebersicht über den Schichtenaufbau Ostthüringens etc., p. 39—40), de J. Le Conte pour le Coast Range des Etats-Unis (On the evidences of horizontal crushing in the formation of the Coast Range of California (American Journ. Sc., vol. XI, 1876, p. 298—299) —, sans oublier les estimations plus anciennes de F. de Bouchepom pour les Pyrénées (Etudes sur l'Histoire de la Terre, 1844, p. 74). Le travail le plus précis qui existe en ce genre est le développement de la surface du „Mammoth bed" dans le bassin Anthracifère de Panther Creek en Pennsylvanie, éxécuté par C. A. Ashburner afin d'évaluer le volume de la houille contenue dans ce bassin (2d Geol. Surv. Pa. Anthracite Region, Report I. AA, p. 107 — 125 et atlas, Miscellaneous sheet No. 1); mais il n'a pour objet que le fond d'un plis synclinal composé, respecté par les dénudations.

356) Consulter à ce sujet Heim, Schardt, H. M. Chance (The construction of Geological Cross-sections, Transact. Amer. Inst. Min. Engineers, IX, 1880—81, p. 402—409 (reprod. dans Report on the mining methods and appliances used in the anthracite Coal-fields, 2d Geol. Surv. Pennsylv. AC, p. 48—52). Voir aussi les belles coupes des bassins d'anthracite de la Pennsylvanie par Ashburner. — J. Walther appelle „Normalebene der Faltung", „jenen Horizont in den zu faltenden Schichten, auf welchen das Maximum der faltenden Kraft wirkte, und welcher als die eigentlich gefaltete Ebene betrachtet werden kann" (Ueber den Bau der Flexuren an den Grenzen der Kontinente, Jenaische Zeitschr. f. Naturwiss. etc., 1886). Cette expression ne paraît pas devoir devenir d'un usage fréquent, car en général il est impossible de dire à quoi correspond cette surface de plissement maximum dans la série stratigraphique d'une région déterminée.

357) Voir H. D. Rogers, Geol. of Pennsylnania, II, p. 887—888: „Flexures of different orders".

358) Schardt distingue par opposition avec „les plis orographiques qui forment les chaînes et les vallées, soit en général la charpente des montagnes", „les plis intérieurs (plissements, contournements, etc.) qui ne se manifestent pas dans le relief du sol". Mais, comme il le remarque lui même, „il est manifeste qu'on ne peut tracer une limite tranchée entre ces deux groupes de plis, dont le rôle varie avec l'intensité de l'érosion" (Pays d'Enhaut, p. 152).

359) = Spezial Sattel (resp. -Mulden), A. v. Groddeck, Die Lehre v. d. Lagerstätten v. d. Erze, 1879, p. 17.

360) Liebe (Schichtenaufbau v. Thüringen etc., p. 45 folg.) nennt die Fältelung von Schichten kurzweg Fältelung, die Fältelung von Schiefern hingegen Runzelung. Fältchen, die nicht durch Horizontaldislocation, sondern durch blosses Einknicken von Schichten in Folge von localer Auslagung etc. entstanden sind, nennt Liebe „Stauchungen". Diese Ausdrücke haben indessen zugleich einen weiteren Sinn, und die Einschränkung eines Begriffes durch Convention dürfte kaum durchführbar sein.

361) Schaarung der Falten, Suess, Antlitz, I, p. 545, etc. Suess applique particulièrement ce mot au cas où des systèmes de plis ayant une direction différente viennent à se rapprocher en se resserrant et s'infléchissant graduellement les uns vers les autres: „hier ist einige Gelegenheit geboten, um das Verhältniss grosser gefalteter Ketten zu einander, die Art ihrer Schaarung, zu verfolgen (ibid., p. 545).

362) Virgation, ibid., p. 354, 726 etc.

[363]) Heim, Mechanismus, Bd. II, p. 220—221.

[364]) ibid., Bd. I, p. 233—235.

[365]) Schuppenstructur, Suess, Antlitz, I, p. 149.

[366]) structure écailleuse, traduction de l'expression précédente, Gosselet, Sur la structure géologique de l'Ardenne d'après M. von Lasaulx (Ann. Soc. Géol. du Nord, XII, 1885, p. 197).

[367]) Voir les travaux de Bittner sur la symétrie des Alpes Orientales (Ueber die geol. Aufnahmen in Judicarien u. Val Sabbia (Jahrb. k. k. geol. R.-A., 1881, p. 359—370); Nachträge zum Bericht über die geol. Aufnahmen in Judicarien etc. (Ibid., 1883, p. 432 — 434); Bemerkungen zu einigen Abschnitten des „Antlitz der Erde" von E. Suess (Verhandl. id. 1885, p. 24—33).

L'épithète de dissymétrique souvent employée depuis la publication des travaux de Dana et de Suess, à propos de la disposition des chaînes de montagnes, de même que le mot allemand Einseitigkeit, a l'inconvénient de ne pas indiquer en quoi consiste la différence de structure des deux versants opposés. Il peut y avoir en effet, soit dejettement des plis en sens inverse sur chaque versant (symétrie par rapport à l'axe, telle que nous l'entendons ici), soit dejettement dans le même sens (dissymétrie proprement dite); soit inégal développement des zones sédimentaires plissées de part et d'autre d'une zone centrale (Suess, Alpes Orientales), ce qui cependant ne saurait empêcher de considerer ces deux zones comme homologues, si le déjettement s'y produit de chaque côté en sens inverse, vers l'extérieur (Bittner); soit différence du type de structure des deux versants (l'un plissé, l'autre faillé), présence de roches éruptives dans l'un et absence dans l'autre, soit enfin position de l'un des versants à l'intérieur de la courbe dessinée par le tracé général d'une chaîne et de l'autre à l'extérieur. Il est manifeste que le mot de dissymétrie ne saurait embrasser la totalité de ces différences, qui ne sont pas necéssairement concomitantes; des expressions mieux définies sont indispensables si l'on veut éviter de confondre sous une même formule les caractères pourtant si différents du Jura et de l'Apennin, par exemple (Voir Heim, Mechanismus, Bd. II, p. 205—207). Richthofen a proposé l'expression „Homöomorphe Faltungsgebirge" pour celles „in deren ganzer Ausdehnung die Faltung als das herrschende und die äussere Plastik primär veranlassende tektonische Element erkennbar ist"; il y distingue en outre un „zonaler typus" (Jura) et un „regionaler Typus, oder die Rostgebirge [wo] die Oberflächentheile eines ausgedehnten Erdraumes nicht nur in grosser Längenerstreckung, sondern auch in beträchtlicher Breite in parallele Falten gelegt sind (S.Ö. China)" (Führer, p. 663); „Heteromorphe Faltungsgebirge" servirait à désigner les chaînes courbes où le côté convexe et le côté concave ne présentent par la même structure (Apennins, Carpathes, etc.).

[368]) C'est ce que H. D. Rogers avait parfaitement compris ainsi qu'il ressort du passage suivant: „we behold an exact counterpart, in the stratification or structure of a single flank of the Alps, of that folding with inversion which characterises the Appalachian Chain, or that of the Ardennes, a single side of the Alps beeing tue equivalent of the whole of either of those zones; it consists, that is to say, of a belt undulated in one direction. Crossing the Alps, or rather one if its component great chains, we find another similar belt of the same strata, plicated in the same way, with their axis-planes dipping also under the crest or orographie axis of the mountain, but of course to the opposite quarter of the compass as compared with the plicated zone of the other flank. This is, I conceive, a correct picture of that feature which, hitherto imperfectly analysed, has been called by some of the geologists of Switzerland, expressively enough: the fan-like structure of the Alps." (Geol. of Pennsylv., II, p. 901).

[369]) = intermont trough, Lapworth.

[370]) Vorfaltung, Suess, Antlitz, I, p. 185.

[371]) pli de retour, par analogie avec la faille ou „Cran“ de retour du bassin houiller franco-belge (Gosselet, Bertrand).

[372]) Rückfaltung, Suess, p. 181.

[373]) Doppelfalte, Heim. Voir plus haut p. 59 et note [308]).

[374]) Doppelschlinge, Baltzer, Der Glaernisch, p. 55.

Quand les deux plis opposés deviennent des plis-failles, on a ce que Köhler nomme „doppelte Faltenverwerfung mit entgegengesetztem Einfallen des Mittelschenkels“ (Die Störungen etc., p. 7). C'est précisement le cas de la „Glarner Doppelfalte“; l'explication adoptée dans le présent travail au sujet de ce remarquable accident est au fond la même que celle de M. Lory (Bull. Soc. Géol. de France [3] XI, p. I4—16, 1882), sauf toutefois en ce qui concerne la présence de failles véritables invoquées par ce géologue.

[375]) Consulter surtout les nombreux mémoires de K. A. Lossen sur le Harz, notamment: Ueber den Zusammenhang zwischen Falten, Spalten und Eruptivgesteinen im Harz (Jahrb. Preuss. Geol. L.-A. f. 1881; p. 1—50); Ueber das Auftreten metamorphischer Gesteine in den alten palaeozoischen Gebirgskernen von den Ardennen bis zum Altvatergebirge und über den Zusammenhang dieses Auftretens mit der Faltenverbiegung (Torsion), (Ibid. f. 1884, p. 56—112; analyse détaillée par A. Six, Le métamorphisme par torsion dans la chaîne hercynienne, Annales Soc. Géol. du Nord. XII, 1885, p. 363—399); Ueber die Faltenverbiegung (Torsion) niederländischer Falten durch die Druckkraft des hercynischen Systems (Zeitschr. d. D. Geol. Ges.. Bd. XXXVII, 1885, p. 222—227). Dans la région étudiée par Lossen, les plis auraient tous été dirigés à l'origine SW.—NE., puis une force venant du SE. aurait subséquemment fait dévier leur tronçon NE. vers le Nord; les effets de torsion résultants se seraient traduits par la production de „plis en tire-bouchon“ („Korkzieherfalten“). — Pour d'autres exemples de torsion longitudinale des plis, voir S. F. Emmons, Geology of the Toyabe Range (Geol. Explor. of the 40th Parallel, III, 1870, p. 325); Cl. King (Ibid. I, 1878, p. 743 seq.). — Certains effets d'un nouveau plissement sur des couches déjà plissées dans une direction différente sont examinés par W. C. Brögger (Ueb. d. Bildungsgeschichte d. Kristianiafjords etc., p. 46—57) qui attribue à ce phénomène la production de brèches de friction sur une grande échelle. —

On ne doit pas oublier que la torsion des axes dans le sens longitudinal n'indique pas toujours une déformation des plis postérieurement à leur apparition première: dans certaines conditions de forme, pour les limites d'une région présentant des terrains sédimentaires susceptibles d'être plissés, les plis peuvent acquérir directement un tracé curviligne en plan, au moment même où ils commencent à se dessiner; tel semble avoir été le cas pour les chaînes extraordinairement sinueuses du Nord de l'Hindoustan: (the Salt Range seems) „to have assumed curvature amounting to sigmoïd flexure among the strike, in the effort to adapt itself, so to speak, to restricted limits“ (A. B. Wynne, Geol. Mag., 1876, p. 132; voir aussi Medlicott & Blanford, Manual of the Geology of India, II, 1879, p. 568); M. Bertrand a été conduit à une conclusion semblable par l'étude des plis de la Provence orientale (observations encore inédites). Enfin les grandes courbes décrites par tout l'ensemble d'un système de plis (Bogen, Suess) comme le Jura ou les Alpes, sont évidemment originelles; les déviations régionales qu'on y observe y paraissent dues également à des phénomènes d'obstacle déterminés par la présence de massifs anciens restant rigides (= môles, Jourdy, Orographie du Jura dôlois, Bull. Soc. Géol., vol. XXIX, p. 367—368, 1872); — voir aussi Suess, Entstehung der Alpen, 1875 — etc.

III. Déformations Intimes des Roches.

[376]) Il n'entre pas dans notre pensée d'examiner à fond les phénomènes nombreux et compliqués se rattachant aux déformations éprouvées par les roches postérieurement à leur consolidation, et encore moins d'aborder les questions théoriques délicates que leur étude soulève (voir Heim, Mechanismus, II, 1. Abschnitt). A l'égard de la plasticité, nous nous bornerons à faire observer que le recourbement subi par des roches primitivement planes sans qu'il y aît eu destruction de leur continuité originelle, est l'un des faits les plus fréquemment constatés de toute la géologie; pour désigner la propriété que ce phénomène suppose de la part des masses minérales correspondantes, il n'est pas d'expression plus naturelle que celle de plasticité; quand bien même il y aurait eu écrasement plus ou moins complet de la roche et déplacement relatif de ses fragments, cette expression n'en reste pas moins absolument correcte, tant que la continuité de l'ensemble n'a pas été atteinte: c'est là en effet le point essentiel, et on ne doit pas oublier que dans le langage ordinaire l'épithète de plastique s'applique à des corps dont l'état physique est fort différent: l'expression en question vise un certain résultat possible, la déformation sans cassures et non le mécanisme du phénoméne, qui peut être quelconque; les objections de quelques auteurs à l'emploi de cette expression dans le sens adopté ici tombent donc d'elles-mêmes. Quant au rôle réel de l'écrasement et de la production de petites fissures dans le phénomène du plissement, il est impossible de le considérer avec Gümbel (Sitzber. K. Bayer. Akad. d. Wiss., 1880) comme normal et suffisant pour expliquer les résultats observés, ainsi que le montre l'examen des roches des Alpes et d'autres régions plissées (voir Heim, Mechanismus, passim; Brögger, die Silur. Etagen im Kristianiagebiet etc., p. 224—225; Lehmann, Entstehung d. Altkryst. Schiefergest. etc., p. 244—246; A. v. Lasaulx, die Gebirge etc., p. 536—539; Baltzer, Oberland etc., p. 222—228).

[377]) Les déformations de diverse nature subies par les cailloux des conglomérats ont été l'objet d'un grand nombre de publications qu'il ne nous est pas possible d'énumérer ici. Citons seulement: Heim, Mechanismus, II, p. 7—8; A. Gutzwiller, Mollasse u. jüngere Ablagerungen (Beitr. zur geol. Karte d. Schweiz. Text zu Bl. IX (14. Lief.), 1874); id. Text zu Bl. IV (19. Lief.), 1884; et surtout: Hans H. Reusch, Silurfossiler og pressede Konglomerater i Bergensskifrene, Kristiania, 1882 (trad. par R. Baldauf, Die Fossilienführenden Krystallinischen Schiefer von Bergen, Leipzig 1883) ouvrage rempli d'observations intéressantes sur les déformations intimes en général. Voir encore: J. Lehmann, Entstehung d. Altkrystall. Schiefergest. (Kapitel VIII: Die Conglomeratschiefer von Ober-Mittweida im Sächsischen Erzgebirge, p. 124—136). — On sait que le mode de formation, longtemps problématique, des cailloux impressionés (d: Gerölle mit Eindrücken, e: impressed pebbles) a été expliqué par Sorby, Daubrée, etc.; ces savants ont montré que ce phénomène (qui du reste n'est pas spécial aux régions disloquées) résultait d'actions chimiques (dissolution, transport et dépôt de substances minérales) favorisées probablement par la pression. Voir encore J. Früh, die miocaene Nagelfluh der Schweiz, Denkschriften d. Schweiz. natf. Ges. 1888 (en ce moment sous presse).

Quant aux fossiles, les belles recherches de M. H. Dufet (Annales Scientif. de l'Ecole Normale Sup[re], 1875) et du Dr. A. Wettstein (Compte-rendu 5[e] Réunion Soc. Géol. Suisse, 1886, p. 28—30; Ueber die Fischfauna des tertiären Glarnerschiefers, Mém. Soc. Paléontologique Suisse, vol. XIII, 1886) ont montré tout le parti qu'on peut tirer de l'étude des déformations des roches pour la détermination exacte des espèces dans les régions fortement disloquées.

[378]) Pour la description des structures qui résultent de ces phénomènes d'écrasement (e: crushing) et de rupture, voir Heim, Mechanismus d. Gebirgsbildung, II, p. 12—31;

Lehmann, Entstehung d. Altkryst. Schiefergest.; G. F. Becker, Cretaceous Metamorphic Rocks of California (Americ. Journ. Sc. XXXI, p. 348—357, May, 1886). — Törnebohm a décrit certains granites où de gros fragments de quartz et de feldspath se trouvent entourés de débris plus petits des mêmes minéraux, comme des pierres dans un mortier; aussi a-t-il qualifié cette disposition de Murbruksstruktur (= d: Mörtelstructur) (Nagra ord om Granit och Gneiss (Geol. Föreningens i Stockholm Förhandl. V, No. 61, p. 244, pl. 8, 1881). La fragmentation peut aller plus loin et réduire complètement en menus débris les grands cristaux primitifs, de manière qu'une roche éruptive originairement à gros éléments peut prendre l'apparence d'une masse finement grenue. Kjerulf a proposé de réunir l'ensemble de ces modifications, dues à des phénomènes mécaniques survenus postérieurement à la consolidation des roches, sous le nom de Kataklasstruktur (Grundfjeldsprofilet ved Mjösens sydende, Nyt Mag. f. Nat., XXIX, 3. hft., p. 288, 1885; H. Rosenbusch, Mikroskop. Physiographie der massigen Gesteine, 1. Abth. (2. Aufl.), 1886, p. 42). De son côté Lapworth a proposé le nom de mylonite (du grec mylon = moulin) pour les roches écrasées le long des surfaces de chevauchement du Nord-Ouest de l'Ecosse (The Highland Controversy, Brit. Assoc. Report 1885 (1886), p. 1025—1026); dans la même région Peach et Horne ont décrit sous le nom de „sheared gneiss“ des gneiss présentant cette structure.

[379]) Ausweichungsclivage, Heim, Mechanismus, II, p. 53 = strain-slip cleavage, Bonney (Anniversary Address of the President, Quart. Journ. Geol. Soc., Vol. 42, 1886, p. 95). Ce n'est pas un véritable clivage puisque la tendance de la roche à se fendre est alors limitée à certaines surfaces déterminées et que la structure primitive n'est pas modifiée dans l'intervalle. On pourrait l'appeler un pseudo-clivage (= close-joints cleavage, Harker, p. 836; ce géologue décrit sous le nom de spurious and incipient cleavages, par opposition avec la schistosité véritable ou ultimate-structure-cleavage de Sorby, les diverses structures qui semblent être un acheminement vers cette dernière, et propose l'expression de macro-cleavage pour les structures semblables où l'écartement des plans de division devient visible à l'œil nu. Il remarque en outre que le mikro-clivage de Heim (Mechanismus, II, p. 54—56), qui consiste dans l'aplatissement et l'allongement des particules individuelles des roches, forme la contrepartie exacte, en miniature, de la déformation (e: distortion) des fossiles et des galets).

[380]) L'origine de la schistosité a donné lieu à de nombreux travaux; son origine mécanique n'est plus contestée aujourd'hui. Parmi les publications les plus récentes sur cette question et sur les faits qui s'y rattachent, on peut citer: A. Daubrée, Etudes synthétiques de géol. experim., I, 1879, p. 391—432; Dr. H. Loretz, Ueber Schieferung (Jahresber. d. Senckenberg. Naturf. Gesells. f. 1879/80); Dr. H. Loretz, Ueber Transversalschieferung und verwandte Erscheinungen im thüringischen Schiefergebirge (Jahrb. d. K. Preuss. Geol. L.-A. f. 1881 (1882), p. 258—306, Taf. VII); Ed. Jannettaz, Mémoire sur les clivages des roches (schistosité, longrain) et sur leur reproduction (Bull. Soc. Géol. de Fr. [3], vol. XII, p. 211—236, 1884); A. Harker, On Slaty Cleavage and Allied Rock-Structures, with special reference to the mechanical theories of their origin (British Assoc. Report, 1885 (1886), p. 813—852). Voir aussi les ouvrages déjà cités de Heim, Baltzer, Lehmann, Reusch.

Schistosité = feuilleté, feuilletage, fissilité, clivage; e: cleavage; d: Schieferung, Secundär-, Transversal-, Druckschieferung (Lehmann). — M. Daubrée réunit „les deux termes de clivage et de foliation sous le nom unique de schistosité“ (Etudes synth., I, p. 398). Il y a cependant intérêt à distinguer le clivage ardoisier et la foliation (voir ci-dessous pour le sens de ce mot), cette dernière structure ne provenant pas toujours nécessairement des mêmes causes que la première; le mot clivage ayant d'ail-

leurs l'inconvénient d'être déjà employé en minéralogie pour désigner une propriété des corps cristallisés essentiellement différente quant à sa nature et à son origine, il serait convenable de réserver le mot schistosité pour désigner simplement l'état des roches susceptibles de se diviser indéfiniment suivant des plans parallèles dont la direction est indépendante de la stratification, c'est-à-dire des Schistes (= d: Schiefer; en anglais, le sens du mot Schist n'est pas encore bien fixé, ainsi que le remarque Bonney (Anniv. Address, etc., p. 57—58); cet auteur, tout en avouant que „etymologically the word means something that splits", n'hésite pas à restreindre ce mot au sens de schiste cristallin; A. Geikie dit de même: „A rock possessing this crystalline arrangement into separate folia is termed a „Schist" (Text-Book of Geol., 1st ed., p. 119); Dana (Manual of Geol. , 3d ed., p. 794) donne une définition analogue, et Green (Physical Geol., 3d ed., p. 399) fait de schistose structure l'équivalent de foliation qu'il définit „a more or less pronounced arrangement of (the) crystalline minerals in layers". Ce sens du mot Schist, qui paraît prédominer parmi les écrivains de langue anglaise, n'est cependant justifié ni par l'origine du mot ni par l'emploi de ses équivalents étrangers. C'est donc avec raison que Wadsworth parle d'une schistose or fissile structure (Lithological Studies, Memoirs Museum Comparat. Zool. Cambridge (U. S.), vol. XI, pt. 1, p. 21, 1884). Il y a là une regrettable source de confusion qu'un accord définitif entre les géologues peut seul faire disparaître.

En général, et particulièrement dans les schistes cristallins, il faut avoir soin de distinguer les unes des autres les structures parallèles suivantes, qui peuvent il est vrai coexister à la fois dans une même roche, mais ne sont pas cependant associées d'une manière nécessaire:

a) la stratification (d: Schichtung), consistant dans l'alternance de couches souvent composées d'éléments de nature différente, et déposées successivement;

b) la schistosité, telle que nous l'avons définie plus haut, et qui résulte d'actions mécaniques subies par les roches postérieurement à leur formation et à leur dépôt dans leur emplacement actuel;

c) la foliation, caractérisée par l'arrangement des minéraux (lamellaires ou allongés) en feuillets parallèles de composition souvent différente et où les cristaux individuels sont également orientés parallèlement entre eux. Cette structure est tantôt originelle (stratification-foliation, Exemple: Bonney, loc. cit., p. 64) et tantôt postérieure à la formation des roches qu'elle affecte (cleavage-foliation, Sorby & Bonney, ibid.), auquel cas elle est en relation avec la schistosité proprement dite (Bonney désigne alors sous le nom de sheen-surfaces les plans de schistosité sur lesquels s'est déposé un mince enduit de minéraux lustrés: micas, séricite, damourite, etc.);

d) la division par joints parallèles (d: Parallelklüftung, e: jointing) se manifestant par l'existence de fissures régulières plus ou moins rapprochées, susceptibles de faire un angle quelconque avec les directions de la stratification, de la schistosité et de la foliation, et se distinguant des plans de schistosité en ce que leur nombre, dans une masse d'étendue donnée, est limité (voir pour les joints ci-dessous, Appendice IV).

Le terme de pseudostratification (d: Pseudo-schichtung), dont le sens n'est guère que négatif, s'applique surtout aux cas où il y a eu dépôt de minéraux sur des plans de division parallèles de nature et d'origine quelconques, de manière à simuler une alternance de couches véritables. Bonney a proposé de désigner sous le nom de pseudo-stromatisme une structure souvent observée dans les schistes cristallins et consistant dans l'existence de plans de division facile ou de surfaces

d'écrasement, parallèles aux plans de „cleavage-foliation" et présentant l'apparence d'une stratification (loc. cit., p. 65).

Dans les schistes cristallins des Alpes, là où il est difficile de distinguer la stratification du feuilleté (schistosité), Baltzer a employé la désignation empirique de „Glimmerlage", „womit nichts anders weiter gemeint ist, als die Ebene der Glimmerblättchen, gleichgültig ob sie Schichtung oder Schieferung sei" (Mech. Contakt von Gneiss u. Kalk etc., p. 187). C'est donc la foliation, déterminée par l'orientation des feuillets de mica.

Le mot lamination, employé parfois comme synonyme de foliation (Daubrée, loc. cit., p. 397), signifie généralement chez les auteurs anglais (Exemple: Geikie, p. 88, 174—175) le mode de division des couches en lits très minces, parallèles à la stratification, structure qui est tantôt originelle (chaque feuillet correspondant alors à une phase particulière de dépôt) tantôt postérieure et représentant alors une sorte de schistosité imparfaite résultant du poids des masses surincombantes.

Les phénomènes mécaniques postérieurs à la consolidation des roches, lorsqu'ils ont atteint une grande énergie, leur ont parfait donné une disposition présentant une analogie frappante avec la texture fluidale, que détermine dans les roches éruptives leur écoulement à l'état pâteux; Harker propose d'appeler la structure correspondante (déjà étudiée par Heim, Mechanismus, II, p. 56—57) Fluidaltexturclivage; cette structure correspondrait en partie à ce que Sorby et Bonney ont nommé cleavage-foliation (voir ci-dessus). H. Carvill Lewis propose de la désigner sous le nom de pressure-fluxion (Brit. Assoc. Report, 1885 (1886), p. 1029; voir aussi les travaux de Lehmann, Lapworth, Peach & Horne, déjà cités).

(Pour tous les termes relatifs à l'agencement et au mode de division des masses minérales, on consultera avec profit l'excellent Lehrbuch der Geognosie de Naumann (2. Aufl., Bd. I, p. 407—493, 1858).

[381]) L'expression de Griffelstructur, vient de ce que les crayons destinés à écrire sur les ardoises sont tirés de matériaux présentant cette double schistosité (Canton de Glaris etc.; voir Loretz, Ueber Transversalschieferung etc. im thüring. Schiefergeb. p. 281 — 299).—D'après Jannettaz, il existerait toujours (?) outre le plan de schistosité une seconde direction de division facile, le longrain des carriers d'Angers, sensiblement perpendiculaire à la première direction (Mémoire cité ci-dessus (note [380]), et: Mém. sur les connexions de la propagation de la chaleur dans les roches avec leurs diff. clivages et avec les mouv. du sol qui les ont produits, Bull. Soc. Géol. de Fr. [3], vol. IX. p. 196—211, 1881).

[382]) Il n'est pas de branche de la géologie où la nomenclature soit encore aussi peu fixée que dans l'étude du métamorphisme (ce mot est de Lyell, Principles of Geology, 1833). Pour le métamorphisme mécanique ou métamorphisme par dislocation, les expressions suivantes ont été proposées:

Dislocationsmetamorphismus, K. A. Lossen: Metamorphische Schichten aus der paläozoischen Schichtenfolge des Ostharzes (Zeitschr. Deutsch. Geol. Ges. Bd. XXI, p. 282 — 340, 1869); &: Geognostische Beschreibung der linksrheinischen Fortsetzung des Taunus in der östlichen Hälfte des Kreises Kreuznach, nebst einleitenden Bemerkungen über das „Taunus-Gebirge" als geognostisches Ganzes (ibid. Bd. XIX, p. 509—700, 1867).

Mechanischer Metamorphismus, Baltzer, Der Glaernisch, 1873, p. 58.

Métamorphisme par friction, Gosselet: Sur la faille de Remagne et sur le métamorphisme qu'elle a produit (Annales Soc. Géol. du Nord, XI, 1884, p. 176).

Freie oder unabhängige Metamorphose (c'est à dire non lié à la présence locale d'une roche éruptive), Gümbel, Grundzüge der Geologie (Geol. von Bayern I), 2. Lief. 1885, p. 371.

Stauungsmetamorphose, ibid. p. 379.

Pressure metamorphism. Bonney, Anniversary Address (Quart. Journ. Geol. Soc. 1886, p. 62).

L'ensemble des modifications, imprimées aux roches par les phénomènes mécaniques, sont réunies par Rosenbusch sous l'épithète de dynamometamorphe (Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, 2. Aufl., 1886).

Metapepsis, Kinahan (cité par Bonney, loc. cit. p. 31).

L'expression de métamorphisme régional (Daubrée) est devenue pour la plupart des géologues synonyme des précédentes (voir Gümbel, loc. cit. p. 371, 379; Prestwich, Regional Metamorphism (Proc. Roy. Soc. vol. 38, 1885, p. 425—432); id. Geology, I, 1886, p. 397—529). Seul, Bonney a proposé de la réserver „for those ancient rocks, occupying extensive areas of the Earth's surface, which, whatever be their history, are in all probability by no means in their original condition“ (loc. cit. p. 62) —, c'est à dire pour les schistes cristallins et gneiss Archéens; mais cette proposition soulève une double objection: d'abord c'est non pas regional, mais universal qu'il faudrait dire, car partout où on a pu l'étudier le „terrain primitif“ s'est présenté avec le même aspect; ensuite, la genèse de cet ensemble est encore fort obscure, et il n'est nullement certain que ses caractères soient dûs au métamorphisme. Pour ces motifs, il nous semble que l'on devra continuer à employer l'expression en question dans son acception usuelle, par opposition avec le métamorphisme de contact (ou de juxtaposition, Daubrée; spécial, Delesse) dû à la présence de roches éruptives (= Juxtapositions- oder Lokal-Metamorphose, Gümbel, et nachbarliche oder peripherische Metamorphose id., lorsque les modifications s'étendent à une certaine distance de la roche éruptive, comme dans les auréoles du granite); paroptesis, Kinahan; l'emploi de l'adjectif local, adopté également dans ce sens par Dana et Geikie, soulève l'objection que le métamorphisme mécanique peut être parfois, lui aussi, plus ou moins localisé (voir les travaux de Baltzer, Gosselet etc.).

Quant à l'épithête de normal, elle a été employée parfois comme synonyme de régional (dans le sens adopté ici); Prestwich, professant à l'égard de l'origine des schistes cristallins une opinion analogue à celle de Bonney, y voit l'effet de ce qu'il appelle normal metamorphism; enfin d'autres auteurs s'en sont servi pour designer l'ensemble des transformations incessamment subies par les roches sous l'influence de la température, des agents atmosphériques, de la circulation souterraine des eaux etc., sens qui correspond à celui de l'expression de métamorphisme général chez certains auteurs (Gümbel) tandis que d'autres appliquent cette dernière au métamorphisme régional (Delesse, etc.). Les modifications mentionnées en dernier lieu (pseudomorphoses etc.) sont généralement exclues aujourd'hui du métamorphisme, terme que la majorité des géologues restreignent à l'ensemble des phénomènes mécaniques et chimiques dont la production exige des circonstances spéciales et qui ne sauraient résulter par exemple du seul jeu de la circulation des eaux météoriques, prolongé pendant un temps indéfini.

On peut encore considérer le métamorphisme non plus au point de vue de ses causes, mais au point de vue du mode de transformation effectuée (changements de texture, de combinaison minéralogique, de composition chimique etc.). Dana distingue les trois modes suivants: 1° cristallisation des éléments primitifs d'une roche (transformation des grès en quartzites, etc.): Crystallinic metamorphism 2° remplacement d'un état par un autre (augite en hornblende, aragonite en calcite, etc.): Paramorphic metam. 3° transformation chimique (chrysolite en serpentine, etc.) Metachemic metamorphism (Amer. Journ. Sc. XXXII p. 69—71, 1886).

King & Rowney avaient antérieurement proposé de diviser les roches métamor-

phiques en deux classes, 1° celles qui n'ont subi que des changements physiques (cristallisation etc.), qu'ils qualifiaient de mineralized, 2° celles dont les éléments ont été modifiés par l'effet de réactions chimiques (methylosed, et methylosis pour désigner l'action) (in Bonney, loc. cit. p. 59).

De son côté Bonney (ibid.) a proposé la triple division suivante: „1) Metastasis (change of order), denoting rather changes of a paramorphie character, such, for example, as the christallization of a limestone, the devitrification of a glassy rock. 2) Metacrasis (recombination), denoting changes like the conversion of a mud into a mass of quartz with mica and other silicates. 3) Methylosis (change of substance) denoting change rather of a pseudomorphie character. Under these terms, I believe all the principal changes which we have to consider would be included; but I confess to no great love for augmenting the technical terminology of Science"). Metasomatosis (adj. metasomatic) a été proposé antérieurement pour la modification de la dernière classe.

Enfin, on a proposé l'épithète de hypometamorphic pour les roches intermédiaires entre les terrains sédimentaires normaux et les vrais schistes cristallins (Callaway in Bonney p. 58); on peut se demander toutefois comment il serait possible de définir les limites entre lesquelles ce terme pourra être applicable.

[383]) = e: marmarosis, A. Geikie, Text-book of geol. 1st ed., p. 577.

[384]) néoformation de minéraux, A. Six, Ann. Soc. Géol. du Nord, XII, p. 224 (à propos de travaux de A. von Lasaulx). — Consulter sur ce point l'ouvr. de Lehmann et son travail antérieur intitulé: Ueber die mechanische Umformung fester Gesteine bei der Gebirgsbildung und die sich gleichzeitig vollziehenden stofflichen Veränderungen (Sitzungsber. Niederr. Naturhist. Ver. Bonn, 1877, p. 331—344).

[385]) Les pressions auxquelles les roches ont été soumises ont atteint parfois une telle énergie, que des masses minérales différentes placées en contact ont été pour ainsi dire pétries ensemble (d: geknetete Structuren), et qu'il y a eu pénétration mutuelle de leurs éléments. Des terrains, dont l'origine sédimentaire ne peut faire l'objet d'aucun doute, ont ainsi acquis une disposition rappelant à s'y méprendre celle que prennent les roches eruptives en pénétrant dans les interstices des roches préexistantes et en s'y réfroidissant (voir Baltzer, Der mechan. Contact von Gneiss und Kalk im Berner Oberland; allure des couches de houille dans certains bassins plissés (Ashburner) etc.). D'autre part, des roches certainement éruptives ont été laminées par l'effet de ces pressions et ont acquis parfois une disposition stratiforme qui pourrait leur faire attribuer au premièr abord une origine sédimentaire (J. Lehmann, Untersuchungen über die Entstehung der altkrystallinischen Schiefergesteine, & Atlas, 1884). Il y a des cas où l'on ne sait plus si l'on est en presence de véritable filons ou apophyses, ou d'injections mécaniques produites, longtemps après la solidification des masses éruptives, par des phénoménes de dislocation (Baltzer, Randerscheinungen der centralgranitischen Zone im Aarmassiv, Neues Jahrb. f. Min. 1885, II. p. 25).

Appendice.

(Rédigé par Emm. de Margerie.)

I. Sur quelques termes relatifs aux rapports de disposition des couches.

Quand on parle de discordance de stratification, il faut avoir soin de distinguer la discordance d'inclinaison ou discordance proprement dite (e : unconformity of dip), dont il a été question ci-dessus (p. 1 et 2) et la discordance d'érosion, résultant de ce que des couches ont été déposées au fond de cavités creusées dans des couches plus anciennes, sans qu'il y aît nécessairement une différence d'inclinaison entre les deux series (unconformable succession through contemporaneous erosion, Jukes-Browne, Stud. Handb. Phys. Geol., p. 377—8).

Les mots concordance (e : conformable succession) et discordance sont ordinairement employés pour désigner un fait directement observable dans une seule et même localité; le mot transgressivité (ou transgression) au contraire s'applique plutôt à un phénomène dont la constatation exige en général la comparaison d'un grand nombre de coupes, ou tout au moins l'étude paléontologique des fossiles renfermés dans les différentes couches dont il s'agit de déterminer les rapports de disposition en un point donné: ce phénomène consiste dans l'empiètement d'une couche sur les limites de celles qui lui sont antérieures, de telle sorte qu'elle vient reposer sans intermédiaires sur des terrains beaucoup plus anciens, pouvant être ou non redressés: aussi a-t-on quelquefois désigné cette disposition par l'expression assez heureuse de discordance géographique. On doit remarquer à cet égard qu'il y a deux faits bien différents à distinguer, quoiqu'ils soient souvent confondus l'un et l'autre sous le nom unique de transgressivité: 1° l'extension de plus en plus grande de différentes couches appartenant à une même série concordante, chacune venant déborder par dessus celle qui la précède immédiatement; 2° le recouvrement d'une série de couches par une nouvelle série discordante, le dépôt des deux séries ayant été séparé par un intervalle plus ou moins long pendant lequel la plus ancienne a pu être redressée ou disloquée et attaquée ensuite par les agents d'érosion. Ce sont là comme on le voit deux phénoménes entièrement distincts, et il est à souhaiter que les géologues français adoptent un nom spécial pour chacune des dispositions correspondantes. En anglais, le mot overlap s'applique de préférence à la première; pour la seconde M. Jukes-Browne (loc. cit. p. 383—9) a proposé overstep concurremment avec transgression; tel est en effet le sens de ce dernier mot chez les meilleurs auteurs allemands (Suess, Entstehung der Alpen (1875), 6. Abschn. — Antlitz d. Erde, I, p. 18); on dit aussi Uebergreifen, Discordanz der Verbreitung.

Quand la transgressivité est accompagnée de discordance (ce qui n'arrive pas toujours, comme nous l'avons vu, p. 2 et 3), Richthofen distingue deux cas: 1° Transgression auf Abrasionsflächen, lorsque la série inférieure est rasée; 2° Transgression ohne Abrasion, oder Ingresssion, dans le cas contraire et lorsque les couches de recouvrement ne forment pas une nappe continue mais occupent seulement des dépressions plus ou moins étendues (Führer f. Forschungsreisende, p. 617—18). Le même auteur mentionne encore sous le nom de parallele Anlagerung

(ibid. p. 621) le cas où des couches horizontales viennent se déposer au pied d'un plateau constitué par des sediments plus anciens ayant également conservé leur allure plane originelle.

II. Sur quelques termes relatifs à l'inclinaison des couches.

Lorsque les horizontales des couches, au lieu de continuer indéfiniment en ligne droite comme dans le cas des plis anticlinaux ou synclinaux, se referment de manière à dessiner une courbe fermée, circonscrivant une partie saillante ou déprimée, on qualifie cette disposition de périclinale (terme proposé par le Dr. Page (Text-Books on Geology) d'après W. Topley, Geology of the Weald, 1875, p. 216); les auteurs anglais ont souvent employé dans le même sens l'adjectif quaquaversal. Partiversal a été également proposé pour désigner le plongement brusque de l'extrémité des plis anticlinaux dans le sens longitudinal (C. A. White, loc. cit., p. 42).

III. Sur les procédés graphiques et plastiques employés pour représenter l'allure des dislocations.

La manière la plus élémentaire de figurer les effets des dislocations consiste dans le dessin de vues ou paysages géologiques; nous citerons parmi les spécimens les mieux réussis en ce genre: les dessins au trait de W. H. Holmes (Montagnes Rocheuses, Hayden's Annual Reports of the U. S. Geol. and Geogr. Survey of the Territories, 1872 à 1878; pl. et Atlas de Dutton, Grand Cañon district 1882, etc.) les planches qui illustrent les volumes des Matériaux pour la Carte géol. de la Suisse, notamment ceux de Baltzer, Gilliéron, Kaufmann; l'Atlas du Mechanismus d. Gebirgsbild. de Heim; les vues en élévation, avec coupes en regard donnant l'interprétation des affleurements, qui accompagnent les feuilles de la Carte géologique détaillée de la Belgique (feuilles de Dinant et Durbuy, 1883—85). — La photographie, employée en grand par les commissions géologiques américaines, est appelée à rendre dans cette voie les plus grands services.

Pour donner une idée d'ensemble de la structure d'une région les vues à vol d'oiseau sont d'une incontestable utilité; malheureusement leur éxécution exige à la fois le talent artistique du dessinateur et la compétence technique du géologue, qualités qui ne se trouvent réunies dans une même personne que bien rarement.

Parmi les procédés graphiques nécessitant des constructions géométriques, les cartes géologiques et les coupes transversales sont les plus usités. Les coupes étant destinées à figurer les rapports d'inclinaison des couches, doivent être éxécutées à une échelle égale pour les longueurs et les hauteurs (voir la série de feuilles de coupes annexées à la carte géologique détaillée de l'Angleterre; les coupes de l'Atlas précité de Heim, celles du 2d Geol. Survey of Pennsylvania). Les conditions géométriques qui doivent être réalisées dans la construction des coupes géologiques ne sauraient être étudiées avec trop de soin (voir le travail de Martyn Chance indiqué ci-dessus, note [356]), p. 116) et l'on est forcé de convenir qu'une très grande partie des coupes publiées jusqu'á présent ne sont que des figures grossières, ne méritant aucune confiance au point de vue des épaisseurs et des inclinaisons qu'elles indiquent. — Pour faciliter l'usage des coupes, on devra toujours, lorsqu'elles sont accompagnées d'une carte géologique, marquer leur tracé sur cette dernière par des lignes continues. Ordinairement on dispose les coupes de manière que le Nord ou l'Ouest se trouve à gauche sur le papier; si l'on a plusieurs coupes parallèles menées à travers un même accident, on les place les unes au dessus des autres de telle sorte que les alignements du terrain soient représentés sur la planche par des droites (voir un bel exemple dans

Boyer, le Mont-Poupet, Ann. du Club Alpin Franç., IV, 1877, p. 408—409, carte au $^1/_{50,000}$ et 23 coupes équidistantes, dressées à la même échelle). On a même réussi à combiner de cette manière la carte géologique avec les coupes, en dessinant directement sur la carte ces dernières, rabattues autour de leur trace horizontale comme charnière (W. M. Davis, The folded Helderberg Limestones East of the Catskills, Bull. Museum Comparat. Zoology, VII (Geol. Series I), pl. XIII, 1883; Becraft's Mountain, and Nonconformity at Rondout, New-York, Americ. Journ. Sc., 1883, XXVI, p. 384 et 391); mais ce procédé n'est applicable que lorsque la structure est relativement simple et quand les coupes sont suffisamment espacées. Si les coupes, au lieu d'être imprimées sur la même feuille que la carte, etaient inscrites sur des cartons mobiles autour de leur trace horizontale comme charnière, on aurait le système proposé par M. Pillet sous le nom de cartes articulées (Bull. Soc. Géol. de Fr. (3), IX, 1880—81, p. 359). Enfin si les coupes étaient fixées verticalement dans la même position, on aurait le Profil-Relief de Heim (Sentis au $^1/_{25,000}$: Glarner-Doppeltalte au $^1/_{100,000}$: se trouvent à la Collection du Polytechnikum de Zürich); les cartons découpés suivant le contour de la surface du sol sont coloriés des deux côtés et fixés par leurs extremités à un plateau de bois sur lequel est collée la carte géologique de la région correspondante; ce procedé possède sur tous les autres l'avantage de permettre de voir à volonté la disposition horizontale (carte) et la disposition verticale (coupes) des couches, et enfin la forme du relief extérieur (silhouette des profils regardés en perspective). Un procédé analogue, mais dont l'éxécution est encore plus coûteuse, consiste dans l'emploi de lames de verre sur lesquelles on peint la disposition souterraine des terrains; on a pu admirer, à l'Exposition universelle de Paris en 1878, un magnifique modèle de ce genre, qui représentait l'allure des couches de houille exploitées à Montceau-les-mines (Saône et Loire).

Lorsqu'on fait usage de notations littérales dans les coupes, on peut, à l'exemple de M. Renevier (coupes jointes au Compte-Rendu de l'excursion de la Soc. géol. Suisse dans les Alpes Vaudoises, 1886) indiquer les couches renversées en écrivant la tête en bas les lettres ou monogrammes employés.

Les plâtres coloriés ont sans doute le grand intérêt de donner une image réduite de la nature exacte dans trois dimensions au lieu de deux; mais, outre que les reliefs topographiques bien faits, susceptibles de recevoir un coloriage géologique, sont fort rares, ce procédé a l'inconvenient de ne pas être industriel, le travail du tracé des limites et de la mise en couleurs devant recommencer pour chaque pièce. Un exemplaire de l'excellent relief du Canton de Glaris, par M. Becker, colorié géologiquement par M. Heim, fait l'ornement de la collection géologique du Polytechnikum de Zürich. On a construit des reliefs géologiques divisés en compartiments mobiles, sur les faces latérales desquels sont peintes les coupes correspondantes (Holmes, Elk Mountains Colorado, 1875?); quelquefois même le plâtre a été divisé suivant des surfaces irrégulières représentant la limite entre deux couches successives (bassins houillers); M. Reyer, a qui l'on doit plusieurs pièces de ce genre, les nomme Profilmodelle.

Cette dernière méthode nous conduit à celles qui ont pour but de représenter non plus la structure actuelle dans sa totalité, mais une seule couche choisie comme repère: au point de vue spécial de l'étude des dislocations, c'est là une manière excellente de procéder. Suivant qu'on préfère obtenir la continuité dans le plan vertical ou dans le plan horizontal, on figurera l'intersection de la surface choisie par une série de plans verticaux parallèles ou au contraire par des plans horizontaux équidistants, à la manière des cartes topographiques ordinaires; ce second procédé se comprend de lui-même; jusqu'à présent il n'a été appliqué sur une grande échelle à la représentation de l'allure souterraine des couches que par le 2d Geological Survey of Pennsylvania, dans

le lever des bassins d'Anthracite des Appalaches; quant au premier, il est moins simple et ses applications paraissent d'ailleurs être moins étendues; voici en quoi il consiste: après avoir dressé une série de coupes parallèles, on élimine tout ce qui, en dehors de la ligne d'intersection du sol par chaque plan de coupe, ne se rapporte pas à l'allure de la couche choisie comme repère; on obtient ainsi — surtout si les coupes sont suffisamment rapprochées pour suppleer à la discontinuité horizontale de la figure — une image vraiment synoptique qui est une véritable perspective cavalière. Quand la couche-repère est située, relativement à la surface du sol, à un niveau tel qu'elle soit plus ou moins fréquemment recoupée par cette dernière, il convient pour plus de clarté de la restaurer dans les parties où elle manque, ce qui est facile quand elle est en concordance avec les couches sous-jacentes et quand l'inclinaison de celles-ci est connue. On obtient ainsi ce qui a été appelé un stéréogramme des dislocations; imaginé par Holmes (The great fault-fold of the Elk Range, Hayden's Ann. Rept. for 1874, fig. 10 et 11), ce procédé graphique a été perfectionné et généralisé par Gilbert et Powell (Geol. of the Uinta Mountains, 1876, Atlas pl. 3) et adopté ensuite par Dutton (High Plateaus of Utah, 1880, Atlas pl. 5); les figures données par ces géologues sont d'une grande netteté et résument en un coup d'œil une foule de faits que les mots seraient bien longs à décrire. La restauration des parties dénudées peut s'étendre également à la méthode des sections horizontales, comme l'a fait M. de Lapparent dans son ouvrage sur le pays de Bray (p. 120—132, pl. II et III); et en général, surtout si l'on veut faire ressortir l'amplitude verticale des dislocations et l'intensité des érosions qui ont réduit le relief à ses dimensions actuelles, on devra choisir comme couche repère la couche la plus récente possible de la série disloquée; c'est ainsi qu'ont fait Powell et Dutton; malheureusement il est rare dans la pratique que les conditions soient assez simples pour que l'on puisse déterminer en toute certitude la forme de la surface primitive (voir ci-dessus p. 116 nos remarques sur le plissement harmonique). Un stéréogramme graphique une fois dressé, il est aisé d'en construire une image plastique en cire ou en plâtre, dont la photographie ou la reproduction à l'estompe donnera une excellente idée générale de la forme des dislocations considérées; c'est ce qu'ont fait avec succès Gilbert pour les Monts Henry (Report on the Geol. of the — 1877, p. 11, 49 et pl. II, IV) et Ashburner pour les Appalaches (voir le Grand Atlas publié par le 2d Geol. Survey of Pennsylvania, Div. II, Pt. 1). — Nous ne pouvons qu'indiquer ici ces différentes méthodes, qui mériteraient une étude à part, de même que tout le côté géométrique et graphique de la géologie structurale, beaucoup trop négligé jusqu'à présent.

IV. De quelques essais de nomenclature et de classification des cassures affectant l'écorce terrestre.

Toutes les cassures d'importance diverse qui affectent les masses minérales sont loin de résulter exclusivement de phénomènes de dislocation. Existe-t-il des caractères distinctifs qui puissent permettre à première vue de dire à quelle cause est due la production d'une fracture donnée? La chose est peu probable pour les cassures non accompagnées de rejet, et l'on ne peut ordinairement arriver à des conclusions nettes à cet égard que par l'étude de l'ensemble des conditions de gisement des roches affectées. Aussi ne semble-t-il pas y avoir grande utilité pratique à établir des noms spécifiques pour les différentes catégories de cassures, parce que dans l'application, il sera souvent impossible de déterminer à laquelle de ces subdivisions appartient une cassure déterminée. Cette question a cependant préoccupé plusieurs géologues, parmi lesquels nous nommerons: Thurmann (dont la nomenclature originale, livrée à la publicité seulement après la mort de l'auteur, n'a jamais été adoptée — voir son Essai d'orographie jurassique. Œuvre posthume. Genève, 1856); M. Daubrée (Essai

d'une classification des cassures de divers ordres que présente l'écorce terrestre, Bull. Soc. géol. de Fr. (3), X, p. 136—142, 1881—82), A. von Groddeck (Die Lehre v. d. Lagerstätten der Erze, 1879, p. 313; Traité des gîtes métallifères, p. 431), et A. von Lasaulx (article Gänge in Kenngott's Handwörterb. d. Mineralogie, Geol. u. Pal., Bd. I, 1883, p. 487—504). Les tableaux suivants résument les vues de ces savants:

Classification et nomenclature proposées par M. Daubrée:

Lithoclases:

1° **Leptoclases** (= cassures de dimensions faibles, dans les deux sens ou au moins dans un, qui débitent l'ecorce terrestre en menus fragments).
- A. Synclases. Produites par des actions mécaniques intérieures ou moléculaires, et généralement par un retrait qui peut être dû . . . . { au refroidissement / à la dessication
- B. Piésoclases. Produites par des actions mécaniques extérieures et généralement par une pression.

2° **Diaclases** (= joints de beaucoup de géologues, en grande partie).

3° **Paraclases** (= failles).

Classification de A. von Groddeck:

I. **Contractionsspalten** (Fentes de Contraction)
- a) Abkühlungsspalten (fentes de réfroidissement)
- b) Austrocknungsspalten (fentes de dessication)

II. **Dislocationsspalten** (Fentes de Dislocation)
- a) Einsturz- und Aufbruchspalten (fentes d'affaissement et de soulèvement)
- b) Faltungsspalten) (fentes de plissement)
  - *a.* streichende (isogonales)
  - *b.* spiesseckige u. querschlägige (obliques et orthogonales)
  - *c.* Aufblätterungsspalten (produites par feuilletage) [1])
- c) Pressungsspalten (fentes de pression)

Classification de A. von Lasaulx:

Gesteinsspalten.

I. **Entokinetische Spalten**
- a) durch Dilatation
- b) durch Contraction
  - *a.* beim Erkalten
  - *b.* beim Austrocknen

II. **Exokinetische Spalten.**
1. Einsturzspalten
2. Aufbruchspalten

[1]) = Fentes qui résulteraient de la séparation des roches suivant leurs surfaces de délit préexistantes (plans de stratification, feuilleté des schistes, etc.).

3. Biegungsspalten [1])
   - A. Faltungsspalten
     - a. Bruchspalten [2])
     - b. Schubspalten [3])
     - c. Aufblätterungsspalten
   - B. Torsionsspalten [4])

4. Pressungsspalten

L'ensemble des petites cassures sans rejet, souvent désignées sous le nom de joints, ont été l'objet de nombreux travaux de la part des géologues anglais, et plus récemment de M. Daubrée. M. A. Harkèr a entrepris sur leur origine de nouvelles recherches qui, nous l'espérons, seront bientôt livrées à la publicité.

V. De quelques expressions relatives aux ensembles montagneux.

A cause de leur importance dans l'histoire des théories géologiques, nous croyons devoir reproduire les définitions suivantes par lesquelles débute la notice sur les systèmes de montagnes d'Elie de Beaumont (I, 1852, p. 1 et 2): Les „montagnes forment par leur assemblage des protubérances allongées auxquelles on donne le nom de chaînes de montagnes. Les chaînes de montagnes sont rectilignes, ou susceptibles d'être décomposées en éléments rectiligues auxquelles on donne le nom de chaînons. — Les différents chaînons de montagnes que présente une vaste contrée se rallient généralement à un nombre limité d'orientations, dont chacune se répète, comme à plaisir, dans un grand nombre de chaînons de montagnes et d'accidents topographiques de diverse nature. — Chaque groupe de chaînons de montagnes et d'accidents topographiques, caractérisé par l'une de ces orientations fréquemment répétées, est ce que nous appelons un système de montagnes. — Les différentes montagnes et les divers accidents topographiques de la surface du globe se rattachent à un grand nombre de systèmes de montagnes. Leur nombre est encore indéterminé." — Il faut remarquer que cette définition omet l'un des caractères spécifiques de ce qu'Elie de Beaumont appelait un système de montagnes: l'unité d'âge relatif. A cette définition étroite, fondée sur des généralisations trop hâtives, M. Lory objectait déjà en 1864: „Sans méconnaître la haute portée des savantes analyses de M. Elie de Beaumont, résumées dans la notice sur les systèmes de montagnes, nous ne croyons pouvoir attacher à cette expression, système de soulèvement, dans les Alpes, qu'un sens purement orographique, pour désigner l'ensemble des accidents, des redressements de couches, des dislocations de tout genre, coordonnés à une même direction moyenne, peu variable; mais nous ne saurions considérer cette direction comme caractérisant une époque unique et particulière de dislocation." (Description géol. du Dauphiné, 3e Partie, p. 593). On sait à quelles exagérations l'idée des alignements a conduit plus tard l'auteur du réseau pentagonal.

Définitions et termes proposés par Dana. Le savant géologue établit une distinction fondamentale entre les chaînes de montagnes, suivant qu'elles sont simples ou composées: „1. A simple or individual mountain mass or range, which is the result of one process of making, like an individual in any process of evolution, and which may be distinguished as a monogenetic range, being one in genesis, and 2. a composite or polygenetic range or chain, made up of two or more monogenetic ranges combined." (On Some Results of the Earth's Contraction from Cooling, including a discussion of the Origin of Mountains, etc. Amer. Journ. (3) V, 1873,

[1]) Fentes résultant d'un recourbement des couches.
[2]) Fentes qui résulteraient du recourbement des couches poussé jusqu'à la rupture.
[3]) Nos plis-failles inverses (Ueberschiebungen).
[4]) Fentes de torsion (produites comme dans les expériences de M. Daubrée).

p. 429). Dans le même article, Dana propose l'expression de geosynclinal pour les grandes dépressions qui se produisent dans l'écorce terrestre par l'effet d'un lent affaissement suivi d'une épaisse accumulation de sédiments, „from the greek γη earth, and synclinal, it being a bend in the Earth's Crust), not a true synclinal, since the rocks of the bending crust may have had in them many true or simple synclinals as well as anticlinals,“ et aboutissant enfin au plissement de la zone correspondante (ibid. p. 430) „The prominence and importance in orography of the mountain individualities described above as originating through a geosynclinal make it desirable that they should have a distinctive name; and I therefore propose to call a mountain range of this kind a synclinorium, from synclinal and the greek ορος, mountain. — This brings us to another important distinction in orographic geology — that of a second kind of monogenetic mountain. The synclinoria were made trough a progressing geosynclinal. Those of the second kind, here referred to, were produced by a progressing geanticlinal. They are simply the upward bendings in the oscillations of the earth's crust — the geanticlinal waves, and hardly require a special name. Yet, if one is desired, the term anticlinorium, the correlate of synclinorium, would be appropriate“. (Ibid. p. 431—432.)

VI. Sur les dislocations dues à des causes locales.

Une étude sur les dislocations de l'éorce terrestre serait incomplète sans la mention de celles qui resultent de divers phénomènes mécaniques dont l'action reste essentiellement localisée à des surfaces et à des épaisseurs fort restreintes. Parmi ces causes, nous mentionnerons: les érosions souterraines déterminant l'écroulement des masses supérieures et même le recourbement sans rupture de ces dernières, si leur nature s'y prète; — le glissement des roches argileuses sur les flancs des vallées, sous l'influence des eaux d'infiltration (voir A. de Lapparent, Note sur les gisements de sable et d'argile plastique du Vermandois et du Cambrésis (Bull. Soc. géol. de Fr. (3), II, 1874, p. 134—141); Th. Fuchs, Ueber eigenthümliche Störungen in den Tertiärbildungen des Wiener Beckens und über eine selbständige Bewegung loser Terrainmassen (Jahrb. k. k. geol. Reichsanst., 1872, 23. Bd., p. 309—329); — la progression des glaciers sur leur lit, ayant pour effet de refouler vers l'extérieur les dépôts meubles situés à leur pied: on sait suivant quelles proportions ce phénomène s'est produit à l'époque quaternaire, par exemple dans les plaines de l'Allemagne du Nord; outre les cas bien connus de plissement des argiles glaciaires, qui leur a fait donner le nom de contorted drift par les géologues anglais, la poussée des glaces aurait déterminé l'édification de véritables crêtes anticlinales se poursuivant à la surface du sol sur d'assez grandes longueurs (Aufpressungstheorie de M. Berendt); dans l'Amerique du Nord, la nappe glaciaire aurait agi de même sur les terrains crétacés et tertiaires de Long Island et du Sud du New England, d'après M. Merrill (Americ. Assoc. Adv. Sc., Buffalo, 1886); ajoutons enfin que la distinction de ces phénomènes d'avec les véritables dislocations dues à des causes plus générales et plus profondes semble être quelquefois impossible à établir avec certitude, comme le montre l'exemple des contournements de la craie dans les îles de Moen et de Rügen, décrits et figurés par Puggaard et Johnstrup, et sur la signification précise desquels les opinions ont beaucoup varié. — Une autre cause a été invoquée recemment, d'une manière indépendante, par MM. Gilbert (Americ. Assoc. Adv. Sc., Buffalo, 1886) et Jentzsch (Beiträge zum Ausbau der Glacialhypothese in ihrer Anwendung auf Norddeutschland, Jahrb. Preuss. Geol. Landesanstalt f. 1884 (1885), p. 484): l'expansion éprouvée par les roches au voisinage de la surface, après la disparition des glaces quaternaires et l'établissement d'un climat moins froid; il nous paraît toutefois bien

difficile d'admettre que l'écart des températures aît été suffisant pour déterminer la production de déformations quelque peu sensibles des couches superficielles.

Ces divers phénomènes, et notamment le glissement des masses argileuses, ont dû naturellement se produire dans le passé aussi bien qu'aujourd'hui; on conçoit par suite que des couches, ainsi disloqueés d'une manière locale, aient pu être affectées ensuite par les grande bouleversements dynamiques de l'écorce terrestre, et acquérir par exemple la structure schisteuse; il y aura alors superposition des deux phénomènes et le départ de ce qui leur revient à chacun sera assez délicat à apprécier (voir Liebe, Schichtenaufbau von Ost-Thüringen; H. Reusch, Fossilien führenden krystall. Schiefer von Bergen, p. 117; Stapff, etc.)

Des dislocations beaucoup plus importantes, quoique toujours très localisées en étendue, sont parfois associées à l'introduction ou intrusion des roches éruptives au milieu des terrains sédimentaires; on attribuait autrefois beaucoup trop d'importance à ces phénomènes, au point d'y voir la cause normale des dislocations; mais dans ces dernières années la réaction contre cette idée était allé beaucoup trop loin, comme l'ont prouvé entre autres les remarquables découvertes de Gilbert en Amérique (Report on the Geol. of the Henry Mountains, 1877): les laccolithes ou lentilles d'intrusion des Monts Henry possèdent des dimensions horizontales atteignant plusieures kilomètres; les terrains stratifiés qui les recouvrent ont été allongés et amincis sans se rompre en étant relevés parfois jusqu'à la verticale, et soulevés jusqu'à 1500 M. au-dessus de leur niveau primitif; des faits analogues, constatés bientôt après dans beaucoup d'autres districts éruptifs de l'Ouest des Etats-Unis, ont été retrouvés ensuite dans des régions fort diverses (Voir Suess, Antlitz d. Erde, I, p 115 folg.) Il ne faudrait pas cependant pousser trop loin les conséquences de ces découvertes pour revenir à une opinion qui ressemblerait fort à l'ancienne hypothèse des cratères de soulèvement (F. Löwl, die Granitkerne d. Kaiserwaldes bei Marienbad, 1885), et abandonner ainsi les résultats auxquels a conduit l'étude des grandes chaînes de montagnes, qui a établi d'une manière si indubitable le grand rôle joué par les actions horizontales.

VII. Additions à la synonymie.

La nomenclature des parties d'un pli couché, et des divers types de plis, a été traduite en italien par M. Lotti (Bolletino R. Comitato geol. d'Italia, 1881, p. 89—96 et 421, note).

— L'impression du présent travail étant déjà très avancée quand nous avons reçu l'important ouvrage de M. Mellard Reade intitulé The Origin of Mountain-Ranges, il ne nous a malheureusement pas été possible de mettre à contribution les nombreux passages de ce volume qui renferment les expressions en partie nouvelles adoptées par cet auteur. Le lecteur pourra facilement suppléer à cette lacune de notre travail au moyen de la table alphabétique très complète jointe au traité de M. Mellard Reade.

— Signalons enfin un ouvrage que nous n'avons pu consulter mais où, à en juger par le titre, on trouvera probablement un certain nombre de synonymes anglais: F. W. Raymond, Vocabulary of terms used in mining and metallurgy, New-York, 1880?

— L'Ensayo de diccionario geografico-geologico, de D. J. Vilanova y Piera (Madrid, 1884), qui renferme quelques synonymes italiens et espagnols, est malheureusement borné, en ce qui concerne les dislocations, à un très petit nombre d'expressions élémentaires.

Index Alphabétique.

a. Termes Français.

---

b. Register der deutschen Bezeichnungen.

c. Index of English Expressions.

Errata.

P. 19, rechts, Z. 1 v. u. ist das Zeichen * wegzulassen.
P. 23, gauche, ligne 7 à partir du haut, supprimer après le mot recouvrement la mention [82]).
P. 32, ligne 6 à partir du bas, au lieu de: [125]), lisez: [126]).
P. 56, Z. 15 v. o ist nach dem Wort Muldenschenkel das Zeichen * wegzulassen.
P. 92, gauche, lignes 8 et 9 à partir du haut, au lieu de: mouvement des débris..., lisez: mouvement angulaire des débris.
P. 109, note [247]). Au lieu de: archeurve, lisez: archcurve.
P. 112, ligne 15 à partir du haut, au lieu de: qu'en spécifiant, lisez: qu'en en spécifiant.
P. 116, ligne 15 à partir du haut, au lieu de: le fond d'un plis, lisez: le fond d'un pli.
P. 119, ligne 15 à partir du haut, supprimez les mots: la déformation sans cassures.

Geologische Reliefs

von

Dr. Albert Heim,

Professor der Geologie am eidgenössischen Polytechnikum und an der Universität in Zürich.

No. 1. Ein vollständiger Gletscher, sammt erratischen Erscheinungen. Massstab 1 : 18,000. Länge 62 cm., Breite 40 cm., Höhe der Berggipfel bis 19 cm. **Preis Fr. 120. —**

No. 2. Eine vulkanische Insel. Massstab 1 : 10,000, Länge 70 cm., Breite 50 cm., Höhe des höchsten Kraterrandes 10 cm. **Preis Fr. 90. —**

No. 3. Steilküste und Dünenküste des Meeres. Massstab 1 : 3000. Länge 70 cm., Breite 50 cm. **Preis Fr. 75. —**

No. 4. Thalbildung durch Erosion (Gebiet eines Wildbaches). Massstab 1 : 10,000, Länge 62 cm., Breite 40 cm., Höhe der Kämme 25 cm. **Preis Fr. 100. —**

No. 5. Relief des Bergsturzes von Elm. Massstab 1 : 4000. Länge 72 cm., Breite 46 cm. **Preis Fr. 300. —**

No. 6. Profil-Relief der Säntis-Gruppe. Massstab 1 : 25,000. Länge 135 cm., Breite 55 cm. **Preis Fr. 150. —**

☛ **Zu jedem Relief liefern wir eine ausführliche Erläuterung!** ☚

Die Absicht, welche uns bei der Herausgabe dieser Reliefs leitete, war die, eine Sammlung von Veranschaulichungsmitteln für den Unterricht in der **Geologie, Topographie, Physikalischen Geographie** und im **Terrain-Modelliren** herstellen zu lassen, die auch **mehr als gewöhnlichen Anforderungen** entsprechen sollten.

Wir durften um so eher hoffen, dieses Ziel zu erreichen, weil es uns gelungen war, Herrn **Prof. Dr. Heim**, einen wirklichen Meister im Modelliren, für das Unternehmen zu gewinnen und wir können mit Befriedigung konstatiren, dass die bis jetzt fertigen Nummern nicht nur u n s e r e Erwartungen übertroffen, sondern auch den ungetheilten Beifall aller derjenigen gefunden haben, welche dieselben gesehen, genauer untersucht und selbst beim Unterricht benützt haben.

Schon sehr viele höhere Lehranstalten Europa's haben einzelne oder mehrere Nummern angeschafft, ja selbst nach Amerika sind die Reliefs bereits gewandert und von verschiedenen kompetenten Fachmännern liegen uns sehr günstige Urtheile über deren Nützlichkeit vor.

So schrieb uns z. B., um hier nur eines dieser Urtheile mitzutheilen, Herr **Prof. Dr. H. Kiepert in Berlin** nach Empfang der zweiten Nummer:

». . . Das zweite Relief ist richtig hier angekommen, ohne irgend welchen Schaden genommen zu haben und entspricht, wie das erste, allen meinen Erwartungen vollkommen. . .

Hinsichtlich der Ausführung der Reliefs kann ich nur mein erstes kurzes Urtheil bestätigen, dass dieselben allen Wünschen des Lehrers nach einem fast jede weitere Zuthuung und wörtliche Schilderung überflüssig machenden Veranschaulichungsmittel vollkommen entsprechen. Die getreue Bewahrung der natürlichen Formen auch im Profil, wie sie die Anwendung eines gleichen Horizontal- und Vertikalmassstabes mit sich bringt, ergibt für die Betrachtung in horizontaler Stellung des Auges überall Bilder von so überraschender Naturwahrheit, dass sie für sehr viele der zu Belehrenden geradezu die Anschauung an Ort und Stelle ersetzen können, für andere zur willkommenen Vorschule für eigene Erfahrung dienen. Die höchst sorgfältige Ausführung des plastischen Details, namentlich auch des mühsamen Colorits jedes einzelnen Exemplars, welche den an sich nicht einmal hohen Preis der Reliefs vollkommen rechtfertigt, gestattet dem Lehrer das Eingehen auf eine Menge von physikogeographischen Objekten, welche gewöhnlich übergangen werden, weil ihre vollkommen deutliche Darstellung ohne eine solche technische Hülfe kaum möglich ist. Photographien nach der Natur, weil immer nur von e i n e r Seite her aufgefasst, werden nie vermögen die plastische Form zu ersetzen, zumal die Combination der immerhin erforderlichen grösseren Zahl solcher photographischen Bilder zu einer plastischen Einheit, die Obstraction allgemeiner Thatsachen aus den darin zur Erscheinung kommenden Details eine geistige Thätigkeit ist, die man keineswegs bei jedem Hörer voraussetzen darf. Das ausserordentliche Interesse, mit welchem meine Zuhörer bereits die erforderlichen Auseinandersetzungen an dem Gletscher-Relief begleitet haben, bürgt mir dafür, dass auch die übrigen Reliefs der von Ihnen in Aussicht gestellten Serie sich bei Behandlung des Gesammtgebietes der physischen Erdkunde von gleichem Nutzen erweisen werden.«

Fritsch, K. v., G. Hartung und **W. Reiss,** *Tenerife, geologisch-topographisch dargestellt.* Ein Beitrag zur Kenntniss vulkanischer Gebirge. Eine Karte und 6 Tafeln mit Durchschnitten und Skizzen nebst erläuterndem Text. (16 S.) Folio. 1867 Fr. 20. —, M. 16. —

— *Geologische Beschreibung der Insel Tenerife.* Ein Beitrag zur Kenntniss vulkanischer Gebirge. (XVIII u. 496 S.) 8⁰. 1868. Fr. 5. —, M. 4. 20

Früh, J. J., Dr., *Ueber Torf und Dopplerit.* Eine minerogenetische Studie für Geognosten, Mineralogen, Forst- und Landwirthe. Mit einer Tafel. 8⁰. 1883. Fr. 2. —, M. 1. 80

Heer, Oswald, Prof. Dr., *Flora tertiaria Helvetiæ. Die tertiäre Flora der Schweiz.* 3 Bände in Leinwand gebdn. gr. 4⁰. 156 Tafeln Fr. 225. —, M. 180. —

— *Untersuchungen über das Klima und die Vegetationsverhältnisse des Tertiärlandes.* Mit Profilen und einem Kärtchen von Europa. Separatausgabe des allgemeinen Theils der tertiären Flora der Schweiz Fr. 12. —, M. 9. 60

— *Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire.* Traduction du *Dr. Charles Gaudin.* Avec des profils et une carte de l'Europe Fr. 15. —, M. 12. —

— *Flora fossilis Helvetiæ. Die vorweltliche Flora der Schweiz.* (VI u. 182 S.) gr. 4⁰. Mit 70 Tafeln. 1877. geb. Fr. 100. —, M. 80. —

— *Flora fossilis arctica. Die fossile Flora der Polarländer.* 4⁰. br. in Mappe.

1871.	II. Band, mit 59 Tafeln	Fr. 40. —,	M. 32. —
1875.	III. „ „ 49 „	Fr. 40. —,	M. 32. —
1877.	IV. „ „ 65 „	Fr. 50. —,	M. 40. —
1878.	V. „ „ 45 „	Fr. 50. —,	M. 40. —
1880.	VI. „ I. Abth. mit 21 Tafeln	Fr. 25. —,	M. 20. —
1882.	VI. „ II. „ „ 47 „	Fr. 40. —,	M. 32. —
1883.	VII, „ „ 62 „	Fr. 60. —,	M. 48. —

— *Contributions à la flore fossile du Portugal.* (XIV u. 51 S.) 4⁰. Mit 28 Tafeln. 1881. In Mappe. Fr. 20. —, M. 16. —

— *Flora fossilis Groenlandica. Die fossile Flora Grönlands.* Zwei Theile mit 109 Tafeln, einer geologischen Karte und zwei landschaftlichen Bildern. 1883. 4⁰. br. in Mappe Fr. 100. —, M. 80. —

Heim, Alb., Prof. Dr., *Ueber Bergstürze.* Mit einer Tafel. 4⁰. Fr. 2. —, M. 2. —

Marcou, Jules, *Carte géologique de la Terre.* Echelle 1 : 23,000,000, 2me édition. 1875. 8 Blätter Fr. 20. —, M. 16. —

— *Explication d'une seconde édition de la Carte géologique de la Terre.* Avec une carte reduite. (223 S.) 4⁰. 1875. Fr. 12. —, M. 10. —

Schröter, Dr., **C.,** *Die Flora der Eiszeit.* Mit einer Tafel. 1883. 4⁰. Fr. 2. —, M. 2. —

Studer, B. und **Escher von der Linth., A.,** *Geologische Karte der Schweiz.* 2. Auflage. Massstab 1 : 380,000. Auf Leinwand gezogen in Taschenformat Fr. 25. —, M. 20. —

Wettstein, Alex., Dr., *Geologie von Zürich und Umgebung.* Mit einer geologischen Karte und einer Tafel. 1885. 4⁰. br. Fr. 4. 50, M. 4. —

Wettstein, H., Dr., Seminardirektor, *Die Strömungen des Festen, Flüssigen und Gasförmigen* und ihre Bedeutung für Geologie, Astronomie, Klimatologie und Meteorologie. Mit 29 Holzschnitten und 25 Karten. (406 S.) 8⁰. 1880 Fr. 10. —, M. 8. —

Kaltbrunner, D., *Manuel du Voyageur,* indiquant la manière de recueillir des observations sur une contrée quelconque et sur ses habitants, soit qu'on réside ou qu'on séjourne dans le pays, soit qu'on le parcoure en touriste, en excursionniste ou en explorateur. (XV und 823 S.) 8°. Mit 280 Holzschnitten und 24 Tafeln. 1879. geb. Fr. 15. —, M. 12. 60

— *Aide-Mémoire du Voyageur,* Notions générales de géographie mathématique, de géographie physique, de géographie politique, de géologie, de biologie et d'anthropologie à l'usage des voyageurs, des étudiants et des gens du monde. (XII und 525 S.) 8°. Mit 11 Holzschnitten und 25 Tafeln. 1881. geb. Fr. 13. 50, M. 11. —

— *Der Beobachter.* Allgemeine Anleitung zu Beobachtungen über Land und Leute für Touristen, Excursionisten und Forschungsreisende. Nach dem „Manuel du Voyageur" bearbeitet von *E. Kollbrunner.* 1882.
broch. Fr. 16. 50, M. 13. 50
geb. Fr. 19. 50, M. 16. —

Die vorstehenden Werke *Kaltbrunner's* sind für Jeden, der sich mit naturwissenschaftlichen, namentlich geographischen Studien befasst, ganz besonders aber für Solche, welche zu ihrer Belehrung grössere Reisen unternehmen oder in entfernten, weniger bekannten Gegenden wohnen, fast unentbehrlich und ersetzen eine ganze wissenschaftliche Bibliothek.

Schon die französischen Ausgaben haben gleich nach ihrem Erscheinen die vollste Anerkennung der bedeutendsten Fachmänner aller Länder gefunden und sind von denselben, sowie von den hervorragendsten Fachblättern auf's Wärmste empfohlen worden.

Von den zahlreichen Urtheilen darüber lassen wir hier nur einige Auszüge folgen:

„Le travail de Mr. Kaltbrunner est, selon mon jugement, un ouvrage excellent et des plus remarquables; c'est beaucoup plus qu'un Manuel c'est un traité complet de l'art de voyager, traité logique, bien exposé, très savant et très lucide à la fois, *infiniment supérieur à tout ce qui a été fait jusqu'à présent en ce genre.*"

Vivien de Saint-Martin.

„Vous avez parfaitement atteint votre but de faire un livre utile, et je n'hésite pas à dire que vous y avez mieux réussi que la plupart des auteurs qui ont traité des matières semblables. J'avoue volontiers que si j'avais eu en Afrique un Manuel pareil, les résultats de mes voyages auraient été bien autres . . ."

Dr. *G. Nachtigal.*

„Das Jahr 1878 hat uns noch kurz vor seinem Ablauf mit einem Werke beschenkt, welches nicht nur in geographischen Kreisen, sondern noch über diese hinaus auf besondere Berücksichtigung rechnen darf und gerechte Freude hervorrufen wird. Denn wer empfände diese nicht bei einem Buche, welches man als ein Buch des gesunden Menschenverstandes „sans phrase" bezeichnen kann . . . ."

Dr. *Paul Güssfeldt.*

In ähnlichem Sinne sprachen sich nebst vielen andern noch aus die Herren Dr. *G. Schweinfurth,* Dr. *Chavanne, F. v. Hellwald,* Dr. *Carl Müller, C. v. Sonklar, Elisée Reclus, H. Duveyrier, H. M. Stanley,* etc. etc.

Namentlich von den vorerwähnten deutschen Autoritäten und in vielen Zeitschriften wurde der Wunsch nach einer deutschen Uebersetzung ausgesprochen und liegt nun in dem *„Beobachter"* einstweilen diejenige des *„Manuel"* vor.

Natürlich wurde bei Veranstaltung derselben das *„Manuel"* von seinem Autor eigens revidirt und vom Bearbeiter, Herrn *E. Kollbrunner,* den in Recensionen und direkten Zuschriften gegebenen Anregungen so weit möglich Rechnung getragen; und es haben dann auch die bisher erschienenen Kritiken dieser deutschen Ausgabe allgemein anerkannt, dass sie neben all' den Vorzügen des französischen Originals vor ähnlichen Werken noch wesentliche Verbesserungen enthalte.

So sagt z. B. *C. von Sonklar* am Schlusse seiner Besprechung des *„Beobachters"* in der *Zeitschrift für wissenschaftliche Geographie:*

„Ich schliesse diese Besprechung des *„Beobachters"* damit, dass ich dieses Werk nicht nur als ein vorzügliches Vademecum für den Reisenden, sondern auch als ein sehr brauchbares Hilfsbuch für alle Diejenigen erkläre, die sich mit Geographie oder mit einer näher oder entfernter damit zusammenhängenden Disziplin des Wissens beschäftigen. *Es ist ein Buch von Büchern; gehaltvoll, gediegen, klar und einfach.*"

Wandkarten.

Das Alpenland mit den angrenzenden Gebieten von Central-Europa, bearbeitet von *J. Randegger.* 9 Blätter im Massstab 1 : 500,000.

a) Oro-hydrographische Ausgabe Fr. 22. 50, M. 19. —

b) Politische Ausgabe, welche ausser der Terraindarstellung eine grosse Anzahl Namen und Höhenzahlen, sowie die politischen Grenzen, Ortschaften, Strassen und Eisenbahnen enthält Fr. 30 —. M. 25. —

Preis für's Aufziehen auf Leinwand mit harthölzernen, polirten Stäben und Lackiren, für jede Ausgabe Fr. 15. —, M. 12. —

Wandkarte der Schweiz (Carte murale de la Suisse) von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 200,000. 8 Blätter Fr. 12. —, M. 10. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen mit Stäben und lackirt Fr. 20. —, M. 18. —

Oro-hydrographische Wandkarte der Schweiz von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 200,000. 8 Blätter Fr. 8. —, M. 8. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen mit Stäben und lackirt Fr. 16. —, M. 16. —

„Wir halten uns für verpflichtet, die Lehrer auf dieses ausgezeichnete Kartenwerk besonders aufmerksam zu machen. Das ist nun einmal eine Wandkarte, welche ein treues Bild der Bodengestalt der Schweiz gibt. Die Zeichnung ist derart, dass man meint, ein *Relief* vor sich zu haben. Gewaltig heben sich die Gebirgsmassen der Berneralpen, der Walliseralpen und der Graubündneralpen ab und wie aus der Vogelschau kann man in die Thäler der Rhone, des Tessin, des Inn und des Rheines hinunterblicken. Durch keine Kantonsgrenzen und Ortsnamen wird der Blick verwirrt und ermüdet, sondern er erfreut sich an der Thal- und Gebirgsbildung, aus welcher sich der Lauf der Gewässer von selbst ergibt. *Diese Karte ist unbedingt das Beste, was bis jetzt die Kartographie der Schweiz an Hülfsmitteln für die physikalische Geographie hervorgebracht hat.*" „Schweiz. Lehrerzeitung.

Wandkarte des Kantons Zürich von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 40,000. 6 Blätter Fr. 12. —, M. 10. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen, mit Stäben und lackirt Fr. 20. —, M. 18. —

Wandkarte der Kantone St. Gallen und Appenzell. 4 Blätter. Massstab 1 : 75,000 Fr. 8. —, M. 6. 40

Dieselbe auf Leinwand gezogen und lackirt Fr. 12. —, M. 11. —

Hand- und Reisekarten.

III. Karte der Schweiz (troisième carte de la Suisse) von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 380,000. 4 Blätter mit Register und Erläuterungen, deutsch und französisch Fr. 10. —, M. 8. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen Fr. 12. —, M. 10. —

„Entschieden die *beste* Reisekarte der Schweiz in einem Blatt, die existirt, und überhaupt eine der *genauesten und vollendetsten* Karten, die es gibt."
Tschudi's Schweizerführer.

Touristenkarte der Schweiz von *R. Leuzinger.* Massstab 1 : 500,000 Fr. 3. —, M. 3. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen Fr. 5. —, M. 4. 60

Reliefkarte der Schweiz von *R. Leuzinger.* Massstab 1 : 500,000
Fr. 3. —, M. 3. —

„Es gibt *keine kartographische Darstellung* unseres Landes — *selbst die Dufourkarte nicht ausgenommen* — die so leicht verstanden werden könnte, wie diese Reliefkarte, und *in keiner Schule der Schweiz sollte sie fehlen.*"

Dr. Wettstein in der Schweizer. Lehrerzeitung vom 13. Sept. 1884.

Reisekarte der Schweiz. Nach den neuesten Materialien bearbeitet von *J. Randegger.* Massstab 1 : 600,000 Fr. 1. 50, M. 1. 20

Dieselbe auf Leinwand gezogen Fr. 2. 50, M. 2. —

Reliefkarte der Centralschweiz, herausgegeben vom Verein zur Förderung des Fremden-Verkehrs am Vierwaldstättersee und Umgebung, construirt von *X. Imfeld,* Ingenieur beim eidgen. Stabsbureau, und in Farbendruck ausgeführt von der Geogr. Anstalt von Wurster, Randegger & Cie., in Winterthur Fr. 4. —, M. 3. 50

Dieselbe auf Leinwand gezogen in Taschenformat Fr. 5. —, M. 4. 50

„Es ist unbedingt diese Karte das *Schönste* und *Allerbeste,* was je im Gebiete solcher Uebersichtskarten *in irgend einem Lande der Welt* produzirt worden ist. Mit Hülfe der neuen Zeichnung und der zahlreichen, wohlausgewählten Farbentöne wird uns da ein so *plastisches Bild* von der Centralschweiz entworfen, *als wenn wir sie wirklich von Oben herab sehen könnten.*" Der „Bund" vom 2. Juni 1887.

„Die Behandlung des Reliefs dieser Karte verdient sowohl mit Bezug auf Zeichnung, malerische Behandlung, wie hinsichtlich der technischen Durchführung als eine *hervorragende Leistung* bezeichnet zu werden."

Neue Zürcher Ztg. vom 5. Juni 1887.

Hypsometrische Karte der Schweiz (Carte hypsométrique de la Suisse) von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 380,000 mit Erläuterungen und Register, auf Leinwand gezogen Fr. 20. —, M. 16. —

Geologische Karte der Schweiz (Carte géologique de la Suisse) de MM. *Studer et Escher von der Linth.* 2me édition. Massstab 1 : 380,000, auf Leinwand gezogen Fr. 25. —, M. 20. —

Karte der Fundorte von Rohproducten in der Schweiz. Herausgegeben auf Veranlassung des Schweizer. Handels- und Landwirthschafts-Departement von *Julius Weber*, Ingenieur, und *A. Brosi*, alt Oberförster. Massstab 1 : 500,000 Fr. 3. —, M. 3. —

Kanton St. Gallen und Appenzell, Topographische Karte. 16 Blätter. Massstab 1 : 25,000. Gestochen unter der Leitung von *J. M. Ziegler* nach den Originalblättern der Kantonsvermessungen. Herabgesetzter Preis Fr. 25. —, M. 20. —

Kanton Genf, Waadt, Freiburg und Neuchâtel. Massstab 1 : 250,000
Fr. 2. —, M. 1. 60

Dieselbe auf Leinwand aufgezogen Fr. 3. —, M. 2. 40

Kanton Glarus, nach den eidgenössischen Originalaufnahmen bearbeitet von *J. M. Ziegler.* Massstab 1 : 50,000. 2 Blätter Fr. 4. 50, M. 3. 60

Dieselbe aufgezogen oder auf Leinwand gedruckt Fr. 6. —, M. 4. 80

Kanton Graubünden, Massstab 1 : 250,000 Fr. 2. —, M. 1. 60

Dieselbe auf Leinwand aufgezogen Fr. 3. —, M. 2. 40

Kanton Tessin, Massstab 1 : 150,000 Fr. 3. 50, M. 3. 20

Dieselbe auf Leinwand aufgezogen Fr. 5. —, M. 4. —

Kanton Thurgau, Schul- und Handkarte von *J. Randegger.* Massstab 1 : 250,000 Fr. —. 80, M. —. 80

Kanton Zürich, Reise- und Excursionskarte, Massstab 1 : 125,000
Fr. 2. —, M. 1. 60

Dieselbe auf Leinwand aufgezogen Fr. 3. —, M. 2. 40

Topographische Karte des Bezirks Zürich, nach den eidgenössischen Aufnahmen und neuesten Ergänzungen bearbeitet im Massstab von 1 : 40,000 von *J. Randegger* Fr. 3. —, M. 3. —

Dieselbe auf Leinwand gezogen Fr. 4. —, M. 4. —

Topographische Karte des Bezirks Winterthur, nach den neuesten Materialien und mit besonderer Berücksichtigung sämmtlicher Eisenbahnen bearbeitet von *J. Randegger.* Massstab 1 : 50,000 Fr. 2. —, M. 1. 60

Dieselbe auf Leinwand gezogen Fr. 3. —, M. 2. 40

Topographische Karte des Unter-Engadins, mit den nördlich, östlich und südlich angrenzenden Theilen von Vorarlberg, Tyrol und Veltlin. 2 Blätter, Massstab 1 : 50,000, von *J. M. Ziegler.* Herabgesetzter Preis Fr. 6. —, M. 5. —

„Die *Karte vom Unter-Engadin* ist in ihrer Genauigkeit, ausserordentlichen Klarheit, geschmackvollen und exakten Ausführung ein *Meisterstück topographischer Arbeit.* Wir sagen absichtlich *„Arbeit“*, denn sie begreift neben dem topographischen Zeichnen auch das topographische Denken in sich, ohne welches die Darstellung eines solchen Alpen-Terrains nimmer gelingen kann . . . .“

E. v. Sydow, in Petermann's geogr. Mitth. 1870, S. 181.

Topographische Karte des Ober-Engadins, mit den nördlichen und südlichen Alpenübergängen sammt den Thälern Bormio, Poschiavo und Bregaglia, mit Einschluss der Südgehänge von Bernina und Albigna-Gruppe in Malenco und Masino, von *J. M. Ziegler.* 4 Blätter. Massstab 1 : 50,000. Herabgesetzter Preis Fr. 10. —, M. 8. —

„Wir haben im Jahrgang 1864 der „Geogr. Mittheilungen“, S. 410 u. ff., über die unübertrefflichen topographischen Kartenwerke Ziegler's ausführlich gesprochen; das vorliegende reiht sich denselben in jeder Beziehung mustergültig an und behält selbst neben den vielen von der eidgenössischen Regierung und den Alpenvereinen publizirten Karten den ihm eigenthümlichen Werth. *Es ist eine der bedeutendsten, gelungensten und prachtvollsten Karten, die seit Jahren in der Welt überhaupt zu Tage gefördert worden sind.*“

Dr. A. Petermann, in den „Geogr. Mitth.“, 1874, S. 76.

Ziegler, *Physical map of the Island of Madeira.* (Karte der Insel Madeira.) Massstab 1 : 100,000 Fr. 6. —, M. 4. 80

Panoramen.

Panorama vom Rigi-Kulm, von *G. Meyer.* In prachtvollem Farbendruck. Länge des Bildes ohne Rand 2,20 m., Höhe desselben 23 cm. In Cartonkapsel, gerollt Fr. 10. —, M. 8. —

„Der Effect des Bildes ist, bei guter Beleuchtung, namentlich bei Betrachtung durch einen Operngucker, ein ganz überraschend wirkungsvoller. Der Beschauer glaubt sich unwillkürlich auf jene zaubervolle Höhe versetzt; er sieht die ganze, an wechselvollem Reiz so reiche Rundsicht im weichen Morgenlichte vor sich ausgebreitet, selige Erinnerungen werden in ihm wachgerufen — fast nichts fehlt, als die würzige Alpenluft, die ihn einst in der Wirklichkeit umspielt hat — in duftigen Schleiern ruht das sanft gewellte Mittelland, in fernsten Fernen schwimmen Jura, Vogesen, Schwarzwald, während der gigantische Wall der Eisgebirge, von hellem Sonnenlicht bestrahlt, gleichsam jeden Schrund, jede Kante der Firngehänge erkennen lässt . . .“

Neue Alpenpost.

Panorama vom Monte Rosa, von *X. Imfeld.* Vollständige Rundsicht von der Dufourspitze aus (4638 m.) In Farbendruck Fr. 6. —, M. 6. —

Souvenir de Zermatt, von *X. Imfeld.* 3 Panoramen und 3 Ansichten. Fr. 3. —, M. 3. —

46-t,

Russell

Les Dislocations de l'écorce terrestre.

Die Dislocationen der Erdrinde.

RUSSELL LIBRARY
University of Michigan

ESSAI
DE
DÉFINITION ET DE NOMENCLATURE.

Versuch einer Definition und Bezeichnung.

Texte en français et en allemand, synonymie en français, allemand et anglais | Text deutsch und französisch, Synonymie deutsch, französisch u. englisch

par
von

Emm. de Margerie
Géologue à Paris.

&

Dr. Albert Heim
Professor in Zürich.

Publié aux frais de la fondation de X. Schnyder de Wartensee.
Herausgegeben von der Stiftung von X. Schnyder von Wartensee.

Zürich.
Verlag von J. Wurster & Comp.
1888.